This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

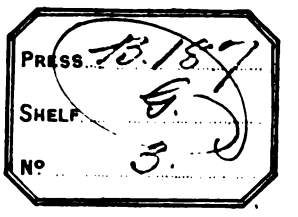
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

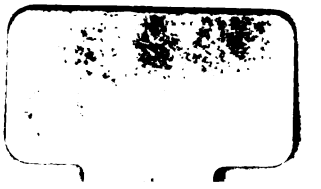
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

600049972.



.399 d. 1054



Bilder-Atlas.

Ikonographische Encyklopädie der Wissenschaften und Künste.

Ein Ergänzungswerk zu jedem Conversations-Lexikon.

Zweite vollständig umgearbeitete Auflage.

Bearbeitet von

Karl Gustav von Berneck, Ferdinand Bischoff, Karl Bruhns, Moriz Carriere, Bernhard von Cotta, August Essenwein, August von Eye, Wilhelm Fränkel, Georg Gerland, Wilhelm Hamm, Ernst Hartig, Rudolf Heyn, Henry Lange, Johann Müller, Bernhard Hermann Obst, Otto Prölß, Friedrich Schoedler, Joseph Scholt, Reinhard Schwamkrug, Alfred Stelzner, Otto Ule, Karl Vogt, Heinrich Adolf Weiske, Theodor Weiß, Reinhold Werner, Moritz Willkomm.

Erläuternder Text.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mathematik — Physik — Astronomie — Erdkunde — Anatomie — Zoologie — Botanik — Mineralogie — Mechanische Technik — Chemische Technik.

Leipzig:
F. A. Brockhaus.
—
1875.

Das Recht der Ueberſetzung iſt vorbehalten.

Inhalt des ersten Bandes.

	Seite
Mathematik. Von Dr. Heinrich Adolf Weiske in Leipzig. (1½ Bogen.) . . .	1 — 24
Physik. Von Professor Dr. Johann Müller in Freiburg i. Br. (3 Bogen.) . .	1 — 48
Astronomie. Von Professor Dr. Karl Bruhns in Leipzig. (3¾ Bogen.)	1 — 60
Erdkunde. Von Bergrath Dr. Bernhard von Cotta in Freiberg und Professor Dr. Johann Müller in Freiburg i. Br. (2⅛ Bogen.)	1 — 34
Anatomie. Von Dr. Bernhard Hermann Obst in Leipzig. (8¼ Bogen.) . . .	1—132
Zoologie. Von Professor Dr. Carl Vogt in Genf. (14½ Bogen.)	1—231
Botanik. Von Professor Dr. Moritz Willkomm in Prag. (5⅛ Bogen.)	1 — 82
Mineralogie. Von Hütteningenieur Dr. Otto Prölß in Bergisch-Gladbach. (2½ Bogen.)	1 — 40
Mechanische Technik. Von Professor Dr. Ernst Hartig in Dresden und Professor Dr. Theodor Weiß in Brünn. (6 Bogen.)	1 — 96
Chemische Technik. Von Director Dr. Friedrich Schoedler in Mainz. (3 Bogen.)	1 — 48

Mathematik.

Bearbeitet

von

Dr. Heinrich Adolf Weiske,
Privatdocent an der Universität zu Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Allgemeine geometrische Grundbegriffe	3
Planimetrie	3
I. Von den Winkeln und Parallellinien	3
II. Von den geradlinigen Figuren	4
A. Von den Dreiecken	4
B. Von den Vierecken und den Vielecken überhaupt	5
III. Von der Gleichheit der geradlinigen Figuren	5
IV. Vom Kreise	5
V. Von der Aehnlichkeit der Figuren	6
VI. Von den regulären Polygonen und der Kreismessung	7
VII. Von der Flächenberechnung geradliniger Figuren und des Kreises	7
Ebene Trigonometrie	7
Stereometrie.	
I. Von der Lage der Ebenen und Geraden im Raume	8
II. Von den körperlichen Ecken und Polyëdern	8
III. Von den Prismen, Pyramiden und Körperstumpfen	8
IV. Von Cylinder, Kegel und Kugel	9
Sphärische Trigonometrie	10
Analytische Geometrie	10
I. Linien zweiten Grades	11
II. Curven höherer Grade	12
III. Transscendente Linien	12
Darstellende Geometrie	13
I. Parallelprojection	13
Schattenconstructionen	14
II. Centrale Projection	14
Construction der Perspectiven der Schattengrenzen	16
Geodäsie	16
I. Instrumentenkunde	16
II. Messen und Aufnehmen.	
1. Elementare Aufgaben	19
2. Horizontale Aufnahmen	19
3. Verticale Messungen	20
4. Triangulation für größere Aufnahmen und Gradmessungen	20
III. Darstellung der geodätischen Aufnahmen durch Zeichnung.	
A. Topographie	21
B. Chorographie	22

Einleitung.

Bei der Betrachtung aller Dinge lassen sich an ihnen einerseits die qualitativen, andererseits die quantitativen Beziehungen ins Auge fassen. Die Wissenschaft, welche sich mit der Erörterung dieser letztern befaßt, heißt die Mathematik, und zwar die reine, wenn sie die Quantitäten oder Größen betrachtet ohne Rücksicht auf irgendwelche vorliegenden concreten Fälle, die angewandte dagegen, wenn sie diese allgemeinen Betrachtungen anwendet auf die Ermittelung von Größenbeziehungen in der Natur oder den verschiedenen Zweigen der Praxis des Lebens.

Da aber die Größen ihrem Wesen nach in zwei Klassen getheilt werden müssen, nämlich in discrete oder Zahlengrößen und in stetige oder Raumgrößen, so zerfällt auch die Mathematik oder Größenlehre demgemäß in zwei Abtheilungen, die Arithmetik oder Zahlenlehre und die Geometrie oder Raumgrößenlehre.

Die rein arithmetischen Operationen als solche können nicht Gegenstand einer bildlichen Darstellung sein, wohl aber alles, was die Raumgrößen betrifft, also in das Gebiet der Geometrie gehört.

In der reinen Geometrie wird zunächst die Lehre von den Raumgebilden in der Ebene (Planimetrie) behandelt, und dann die von den körperlichen Raumgebilden (Stereometrie). Die Dreiecksausmessung (Trigonometrie) in der Ebene sowol als auf der Kugelfläche (sphärische Trigonometrie) wird ihrer Wichtigkeit wegen immer als eine gesonderte Disciplin betrachtet.

Werden bei Erörterung der Raumgrößenbeziehungen nur die elementar-mathematischen Operationen angewendet, so nennt man diese Lehren die elementare Geometrie, während in der sogenannten höhern oder analytischen Geometrie complicirtere Operationen benutzt werden.

Wendet man die Lehren der Geometrie dazu an, richtige Bilder von sichtbaren Objecten auf gegebenen Flächen zu erzeugen, so bildet das den Inhalt der darstellenden (descriptiven) Geometrie, und wählt man als Object der geometrisch genauen Ausmessung und Darstellung Theile oder das Ganze der Erdoberfläche, so nennt man diesen Theil der angewandten Geometrie Geodäsie (mit Einschluß des Situationszeichnens und der Mappirungskunst oder Chorographie).

Allgemeine geometrische Grundbegriffe.

Jede Aufstellung einer mathematischen also auch einer geometrischen Wahrheit, welche sich unmittelbar von selbst versteht, heißt ein Grundsatz (Axiom), jede andere Behauptung aber, deren Wahrheit erst aus andern schon bekannten und zugestandenen gefolgert wird, heißt ein Lehrsatz (Theorem.) Die Schlußfolgerung, welche nöthig ist, um die Wahrheit eines Lehrsatzes darzuthun, heißt ein Beweis. Der Beweis eines Falles wird entweder direct geführt oder es wird die Unmöglichkeit aller übrigen Fälle gezeigt, sodaß nur die Möglichkeit des behaupteten Falles übrigbleibt. Dann heißt der Beweis indirect oder apagogisch.

Was nun zunächst die räumlichen Gebilde betrifft, deren Beziehungen zueinander die Geometrie erörtert, so heißt ein allseitig begrenzter Theil des an sich nach allen Richtungen unendlichen Raums ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen (Dimensionen): Länge, Breite und Höhe. Seine Grenzen heißen Flächen. Eine Fläche hat nur zwei Dimensionen: Länge und Breite. Der Durchschnittsort zweier Flächen heißt Linie. Sie hat nur eine Dimension: die Länge. Der Durchschnittsort zweier Linien heißt ein Punkt, und ein solcher geometrischer Punkt hat natürlich gar keine Dimensionen.

Eine Linie, in welcher je drei beliebige aufeinanderfolgende Punkte immer in derselben Richtung liegen, heißt eine gerade Linie (kurz Gerade), jede andere eine krumme. Jede gerade Linie ist an sich unbegrenzt lang. Zwischen zwei Punkten ist die Gerade der kürzeste Weg (Grundsatz). Zwei Gerade können nur in einem Punkte sich schneiden (Grundsatz). Eine Fläche, mit welcher nach jeder Richtung eine Gerade vollständig zusammenfällt, heißt eine Ebene; jede andere Fläche ist krumm.

Planimetrie.

Die Elemente, aus denen die Gebilde der elementaren Planimetrie zusammengesetzt oder durch die sie begrenzt werden, sind die Gerade und der Kreis. Der Kreis (Taf. 1, Fig. 2) entsteht, wenn eine begrenzte Gerade AB sich um einen ihrer Endpunkte A dreht. Dann beschreibt B einen Kreis (Umfang, Peripherie), dessen Mittelpunkt (Centrum) A, dessen Halbmesser (Radius) AB ist.

I. Von den Winkeln und Parallellinien.

Zwei Linien AB und AC (Taf. 1, Fig. 1), welche sich in einem Punkte A durchschneiden, bilden einen Winkel (∠). A ist der Scheitel, AB und AC sind die Schenkel des Winkels. Man schreibt ihn: ∠ BAC oder ∠ CAB (der Scheitelbuchstabe, hier A, steht in der Mitte). Ein Winkel kann auch entstanden gedacht werden durch Drehung einer Geraden AB (Fig. 2) in eine andere Lage AF. Für gleiche Winkel BAF und FAG müssen auch die Drehungsbogen BF und FG gleich sein, und es ist daher der Bogen ein Maß des Winkels. Man theilt zu diesem Zweck den ganzen Umkreis in 360 Theile, Grade (°), jeden Grad in 60 Minuten (′), jede Minute in 60 Secunden (″). Ein Winkel, dessen Bogen gleich einem Halbkreise ist und dessen Schenkel AB und AC in einer geraden Linie liegen, heißt ein flacher oder gestreckter und hat 180°. Die Hälfte eines flachen Winkels heißt ein Rechter (= 90° = R). — Zwei Linien, wie BC und DE, welche sich unter rechten Winkeln schneiden, stehen aufeinander senkrecht oder die eine ist ein Loth (Perpendikel) auf der andern. Ein Winkel zwischen 0° und 90° wie BAG heißt ein spitzer, ein Winkel zwischen 90° und 180° wie CAG heißt ein stumpfer; beide Arten heißen concave Winkel.

Mathematik.

Bearbeitet

von

Dr. Heinrich Adolf Weiske,
Privatdocent an der Universität zu Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Allgemeine geometrische Grundbegriffe	3
Planimetrie	3
I. Von den Winkeln und Parallellinien	3
II. Von den geradlinigen Figuren	4
A. Von den Dreiecken	4
B. Von den Vierecken und den Vielecken überhaupt	5
III. Von der Gleichheit der geradlinigen Figuren	5
IV. Vom Kreise	5
V. Von der Aehnlichkeit der Figuren	6
VI. Von den regulären Polygonen und der Kreismessung	7
VII. Von der Flächenberechnung geradliniger Figuren und des Kreises	7
Ebene Trigonometrie	7
Stereometrie.	
I. Von der Lage der Ebenen und Geraden im Raume	8
II. Von den körperlichen Ecken und Polyëdern	8
III. Von den Prismen, Pyramiden und Körperstumpfen	8
IV. Von Cylinder, Kegel und Kugel	9
Sphärische Trigonometrie	10
Analytische Geometrie	10
I. Linien zweiten Grades	11
II. Curven höherer Grade	12
III. Transscendente Linien	12
Darstellende Geometrie	13
I. Parallelprojection	13
Schattenconstructionen	14
II. Centrale Projection	14
Construction der Perspectiven der Schattengrenzen	16
Geodäsie	16
I. Instrumentenkunde	16
II. Messen und Aufnehmen.	
1. Elementare Aufgaben	19
2. Horizontale Aufnahmen	19
3. Verticale Messungen	20
4. Triangulation für größere Aufnahmen und Gradmessungen	20
III. Darstellung der geodätischen Aufnahmen durch Zeichnung.	
A. Topographie	21
B. Chorographie	22

Einleitung.

Bei der Betrachtung aller Dinge lassen sich an ihnen einerseits die qualitativen, andererseits die quantitativen Beziehungen ins Auge fassen. Die Wissenschaft, welche sich mit der Erörterung dieser letztern befaßt, heißt die Mathematik, und zwar die reine, wenn sie die Quantitäten oder Größen betrachtet ohne Rücksicht auf irgendwelche vorliegenden concreten Fälle, die angewandte dagegen, wenn sie diese allgemeinen Betrachtungen anwendet auf die Ermittelung von Größenbeziehungen in der Natur oder den verschiedenen Zweigen der Praxis des Lebens.

Da aber die Größen ihrem Wesen nach in zwei Klassen getheilt werden müssen, nämlich in discrete oder Zahlengrößen und in stetige oder Raumgrößen, so zerfällt auch die Mathematik oder Größenlehre demgemäß in zwei Abtheilungen, die Arithmetik oder Zahlenlehre und die Geometrie oder Raumgrößenlehre.

Die rein arithmetischen Operationen als solche können nicht Gegenstand einer bildlichen Darstellung sein, wohl aber alles, was die Raumgrößen betrifft, also in das Gebiet der Geometrie gehört.

In der reinen Geometrie wird zunächst die Lehre von den Raumgebilden in der Ebene (Planimetrie) behandelt, und dann die von den körperlichen Raumgebilden (Stereometrie). Die Dreiecksausmessung (Trigonometrie) in der Ebene sowol als auf der Kugelfläche (sphärische Trigonometrie) wird ihrer Wichtigkeit wegen immer als eine gesonderte Disciplin betrachtet.

Werden bei Erörterung der Raumgrößenbeziehungen nur die elementar-mathematischen Operationen angewendet, so nennt man diese Lehren die elementare Geometrie, während in der sogenannten höhern oder analytischen Geometrie complicirtere Operationen benutzt werden.

Wendet man die Lehren der Geometrie dazu an, richtige Bilder von sichtbaren Objecten auf gegebenen Flächen zu erzeugen, so bildet das den Inhalt der darstellenden (descriptiven) Geometrie, und wählt man als Object der geometrisch genauen Ausmessung und Darstellung Theile oder das Ganze der Erdoberfläche, so nennt man diesen Theil der angewandten Geometrie Geodäsie (mit Einschluß des Situationszeichnens und der Mappirungskunst oder Chorographie).

Allgemeine geometrische Grundbegriffe.

Jede Aufstellung einer mathematischen also auch einer geometrischen Wahrheit, welche sich unmittelbar von selbst versteht, heißt ein Grundsatz (Axiom), jede andere Behauptung aber, deren Wahrheit erst aus andern schon bekannten und zugestandenen gefolgert wird, heißt ein Lehrsatz (Theorem.) Die Schlußfolgerung, welche nöthig ist, um die Wahrheit eines Lehrsatzes darzuthun, heißt ein Beweis. Der Beweis eines Falles wird entweder direct geführt oder es wird die Unmöglichkeit aller übrigen Fälle gezeigt, sodaß nur die Möglichkeit des behaupteten Falles übrigbleibt. Dann heißt der Beweis indirect oder apagogisch.

Was nun zunächst die räumlichen Gebilde betrifft, deren Beziehungen zueinander die Geometrie erörtert, so heißt ein allseitig begrenzter Theil des an sich nach allen Richtungen unendlichen Raums ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen (Dimensionen): Länge, Breite und Höhe. Seine Grenzen heißen Flächen. Eine Fläche hat nur zwei Dimensionen: Länge und Breite. Der Durchschnittsort zweier Flächen heißt Linie. Sie hat nur eine Dimension: die Länge. Der Durchschnittsort zweier Linien heißt ein Punkt, und ein solcher geometrischer Punkt hat natürlich gar keine Dimensionen.

Eine Linie, in welcher je drei beliebige aufeinanderfolgende Punkte immer in derselben Richtung liegen, heißt eine gerade Linie (kurz Gerade), jede andere eine krumme. Jede gerade Linie ist an sich unbegrenzt lang. Zwischen zwei Punkten ist die Gerade der kürzeste Weg (Grundsatz). Zwei Gerade können nur in einem Punkte sich schneiden (Grundsatz). Eine Fläche, mit welcher nach jeder Richtung eine Gerade vollständig zusammenfällt, heißt eine Ebene; jede andere Fläche ist krumm.

Planimetrie.

Die Elemente, aus denen die Gebilde der elementaren Planimetrie zusammengesetzt oder durch die sie begrenzt werden, sind die Gerade und der Kreis. Der Kreis (Taf. 1, Fig. 2) entsteht, wenn eine begrenzte Gerade AB sich um einen ihrer Endpunkte A dreht. Dann beschreibt B einen Kreis (Umfang, Peripherie), dessen Mittelpunkt (Centrum) A, dessen Halbmesser (Radius) AB ist.

I. Von den Winkeln und Parallellinien.

Zwei Linien AB und AC (Taf. 1, Fig. 1), welche sich in einem Punkte A durchschneiden, bilden einen Winkel (∠). A ist der Scheitel, AB und AC sind die Schenkel des Winkels. Man schreibt ihn: ∠ BAC oder ∠ CAB (der Scheitelbuchstabe, hier A, steht in der Mitte). Ein Winkel kann auch entstanden gedacht werden durch Drehung einer Geraden AB (Fig. 2) in eine andere Lage AF. Für gleiche Winkel BAF und FAG müssen auch die Drehungsbogen BF und FG gleich sein, und es ist daher der Bogen ein Maß des Winkels. Man theilt zu diesem Zweck den ganzen Umkreis in 360 Theile, Grade (°), jeden Grad in 60 Minuten (′), jede Minute in 60 Secunden (″). Ein Winkel, dessen Bogen gleich einem Halbkreise ist und dessen Schenkel AB und AC in einer geraden Linie liegen, heißt ein flacher oder gestreckter und hat 180°. Die Hälfte eines flachen Winkels heißt ein Rechter (= 90° = R). — Zwei Linien, wie BC und DE, welche sich unter rechten Winkeln schneiden, stehen aufeinander senkrecht oder die eine ist ein Loth (Perpendikel) auf der andern. Ein Winkel zwischen 0° und 90° wie BAG heißt ein spitzer, ein Winkel zwischen 90° und 180° wie CAG heißt ein stumpfer; beide Arten heißen concave Winkel.

Ein Winkel größer als 180° heißt ein convexer. Von zwei Winkeln, die sich zu 180° ergänzen, wie BAF und FAC, heißt der eine das Supplement, der andere von zweien, die sich zu 90° ergänzen, wie FAB und FAD, heißt der eine das Complement des andern. Zwei Winkel wie BAC und DAC (Fig. 3), die einen Schenkel CA und den Scheitel A gemeinsam haben und deren andere Schenkel BA und DA entgegengesetzt in derselben Geraden liegen, heißen Nebenwinkel. Nebenwinkel betragen stets zwei Rechte (Lehrsatz). Zwei Winkel wie a und b oder c und d (Fig. 4), bei welchen die Schenkel des einen die Verlängerung der Schenkel des andern sind, nennt man Scheitelwinkel. Scheitelwinkel sind gleich, z. B. a = c und b = d (Lehrsatz). Werden zwei, wenn auch beliebig verlängert, doch nicht sich schneidende und dann parallel genannte Gerade durch eine dritte geschnitten (Fig. 5), so entstehen acht Winkel a, b, c, d und f, g, h, i, die sich paarweise in folgende drei Gruppen bringen lassen: 1) Gegenwinkel, ein innerer und ein äußerer an derselben Seite der schneidenden Linie (b und g, d und i, a und f, c und h); 2) Wechselwinkel, zwei innere oder zwei äußere an entgegengesetzten Seiten der schneidenden Linie (a und h, b und i, c und f, d und g); 3) Ergänzungswinkel, zwei innere oder zwei äußere an derselben Seite der schneidenden Linie (a und i, b und h, c und g, d und f). Ueber die Beziehungen dieser Winkel zueinander gelten folgende Lehrsätze: Werden Parallelen durch eine Gerade geschnitten, so sind die Gegenwinkel gleich (a = f, b = g, c = h, d = i), die Wechselwinkel gleich (a = h, u. s. w.) und die Ergänzungswinkel ergänzen sich zu zwei Rechten (a + i = 180°, u. s. w.). Umgekehrt: Gelten beim Schnitte zweier Geraden durch eine dritte obige Winkelbeziehungen, so sind die geschnittenen Geraden parallel.

II. Von den geradlinigen Figuren.

Jeder umgrenzte Theil der Ebene heißt Figur. Sind die Grenzen derselben gerade Linien, heißt sie Vieleck oder Polygon. Man unterscheidet daran die Seiten, Ecken und Winkel. Die Nebenwinkel der letztern heißen Außenwinkel, Verbindungslinien nicht aufeinanderfolgender Ecken Diagonalen. Nach der Anzahl der Ecken hat man Drei-, Vier-, Fünfecke u. s. w. Zwei Figuren, die sich so aufeinanderlegen lassen, daß ihre Grenzen sich völlig decken, heißen congruent (≅). Ihre gleichliegenden Seiten und Winkel sind dann gleich.

A. Von den Dreiecken.

Man unterscheidet nach den Seiten ungleichseitige Dreiecke (Taf. 1, Fig. 6) mit drei ungleichen, gleichschenkelige (Fig. 7 und 8) mit zwei gleichen und gleichseitige (Fig. 9) mit drei gleichen Seiten. Bei den gleichschenkeligen heißt die dritte ungleiche Seite Grundlinie (Basis). Nach den Winkeln heißt ein Dreieck spitzwinkelig (Fig. 6), rechtwinkelig (Fig. 21) oder stumpfwinkelig (Fig. 8), je nachdem es drei spitze, oder einen rechten und zwei spitze, oder einen stumpfen und zwei spitze Winkel hat; im rechtwinkeligen heißt die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite Hypotenuse, die ihn einschließenden Katheten. Die wichtigsten Lehrsätze über allgemeine Dreiecksbeziehungen sind: In jedem Dreieck ist die Summe zweier Seiten größer als die dritte und die Differenz zweier Seiten kleiner als die dritte (Fig. 10: AC + BC > AB und AC − BC < AB). Die Summe der drei Winkel eines Dreiecks beträgt zwei Rechte (Fig. 10: ∠ a + b + c = 180°, denn a = m, b = n und m + c + n = 180°). Ein Außenwinkel eines Dreiecks ist gleich der Summe der beiden innern gegenüberstehenden (Fig. 10: ∠ d = a + c).

Für die Bedingungen der Congruenz zweier Dreiecke gibt es folgende vier Lehrsätze: Zwei Dreiecke (z. B. △ ABC und △ DEF, Fig. 11) sind congruent, wenn sie übereinstimmen 1) in zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel, 2) in einer Seite und den beiden anliegenden oder einem anliegenden und dem gegenüberliegenden Winkel, 3) in allen drei Seiten und 4) in zwei Seiten und dem der größern Seite gegenüberliegenden Winkel. Diese letztere Winkelbedingung ist nöthig, denn der der kleinern Seite gegenüberliegende genügt nicht. So z. B. stimmt in Fig. 12 △ ABC sowol mit △ DFG als auch mit △ DEG in zwei Seiten und dem der kleinern Seite gegenüberliegenden Winkel überein, denn AC = DG, BC = FG = EG und ∠ A = ∠ D, aber es ist △ ABC nur mit DFG, nicht mit DEG congruent.

Einige andere wichtige Sätze über Dreiecke sind folgende: Der größern von zwei Seiten eines Dreiecks liegt auch ein größerer Winkel und dem größern von zwei Winkeln eine größere Seite gegenüber (wenn in Fig. 10 AC > BC, so ist auch ∠ b > ∠ a). Ferner: Sind zwei Seiten eines Dreiecks gleich zwei Seiten eines andern, die eingeschlossenen Winkel aber in beiden ungleich, so sind es auch die dritten Seiten, und zwar liegt dem kleinern Winkel die kleinere Seite gegenüber (z. B. Fig. 13: wenn AC = DG und BC = EG, aber ∠ G < ∠ C, so ist auch DE < AB). Fundamentalsätze für das gleichschenkelige Dreieck sind: Die Winkel an der Basis sind gleich, und ein Dreieck mit zwei gleichen Winkeln ist gleichschenkelig (z. B. Fig. 15 ist AC = BC, so ist auch ∠ A = ∠ B und umgekehrt). Die Halbirungslinie des Winkels an der Spitze des gleichschenkeligen Dreiecks halbirt die Grundlinie und steht auf ihr senkrecht. (Wenn in Fig. 14 CM den Winkel C halbirt, so AM = BM und CM senkrecht (⊥) auf AB.) Hieraus folgt auch, daß ein in der Mitte der Basis errichtetes Loth durch die Spitze des Dreiecks geht. Ferner: Liegen zwei gleichschenkelige Dreiecke auf derselben Grundlinie und werden ihre Spitzen durch eine Gerade verbunden, so halbirt diese den Winkel an den Spitzen und die Grundlinie und steht auf letzterer senkrecht. (Sind in Fig. 14 AB die gemeinschaftliche Basis, C und D die Spitzen, so halbirt CD die Winkel C und D und steht in der Mitte M von AB auf AB senkrecht.)

Auf diese Sätze sowie auf einige frühere gründen sich unmittelbar eine Reihe wichtiger, elementargeometrischer Constructionen, z. B. das Halbiren von Linien und Winkeln, sowie das Errichten und Fällen von Lothen und das Ziehen von Parallelen. Man halbirt z. B. eine Linie AB (Fig. 15), wenn man von A und B aus mit gleicher Zirkelöffnung die Durchschnitte C und D bildet, an beide das Lineal legt und dessen Durchschnitt mit AB in M bemerkt (vgl. Fig. 14). Man errichtet auf einem Punkt A (Fig. 16) einer Linie ein Loth, wenn man von A aus auf der Linie gleiche Stücke AB und AC abschneidet, von B und C aus mit gleicher Zirkelöffnung den Durchschnitt D bildet, dann ist AD das gesuchte Loth. Man fällt von einem Punkte C (Fig. 17) außerhalb einer Geraden ein Loth auf dieselbe, wenn man mit passender Zirkelöffnung die Gerade zweimal von C aus in A und B durchschneidet und von diesen Punkten aus mit gleicher Oeffnung den Durchschnitt D bildet. Dann ist die Richtung CD senkrecht auf AB. Man halbirt einen Winkel BAC (Fig. 18), wenn man vom Scheitel aus gleiche Stücken AB und AC auf den Schenkeln abschneidet und von B und C

mit gleicher Oeffnung den Durchschnitt D bildet. Dann ist AD die Halbirungslinie. Geometrisch genau in drei gleiche Theile kann man nur den rechten Winkel theilen (Fig. 19: ∠ BAC = R), wenn man mit dem Radius AB von B und C aus auf dem Bogen in D und E durchschneidet; dann ist ∠ BAE = DAE = EAC = 30°. Eine Parallele durch irgendeinen Punkt A (Fig. 20) zieht man zu irgendeiner Linie BC, wenn man mit passender Zirkelöffnung AB die Linie in B durchschneidet, auch BC = AB macht und von C und A aus mit eben derselben Oeffnung den Durchschnitt D bildet; dann muß AD die verlangte Parallele zu BC sein, denn die Wechselwinkel x und y sind gleich wegen der Gleichschenkeligkeit der Dreiecke.

B. Von den Vierecken und den Vielecken überhaupt.

Sind die gegenüberstehenden Seiten eines Vierecks parallel, so heißt es ein Parallelogramm (Fig. 22, 23, 24 und 25). Zieht man im Parallelogramm eine Diagonale, so läßt sich leicht aus der Congruenz der beiden entstandenen Dreiecke der Satz beweisen: In einem Parallelogramm sind die gegenüberstehenden Seiten und Winkel einander gleich. Was die Eintheilung des Parallelogramms betrifft, so heißt ein schiefwinkeliges Parallelogramm mit zwei ungleichen Seitenpaaren Rhomboid (Fig. 22), ein schiefwinkeliges mit gleichen Seiten Rhombus (Fig. 23), ein rechtwinkeliges mit ungleichen Seiten Rechteck oder Oblongum (Fig. 24), und ein rechtwinkeliges mit gleichen Seiten Quadrat (Fig. 25). Von den Diagonalen der Parallelogramme gelten folgende Lehrsätze: Die beiden Diagonalen eines Parallelogramms halbiren sich gegenseitig (Fig. 22). Im Oblongum und Quadrat sind die Diagonalen einander gleich (Fig. 24 und 25). Im Rhombus und Quadrat stehen die Diagonalen aufeinander senkrecht und halbiren die Winkel, deren Scheitel sie verbinden (Fig. 23 und 25).

Vierecke mit nicht parallelen Seiten heißen Trapeze (FBCD, Fig. 33) und solche mit nur einem Paare parallelen Seiten Paralleltrapeze (Fig. 26). Von diesen letztern gilt folgender Satz: Die Linie, welche die Halbirungspunkte der nicht parallelen Seiten eines Paralleltrapezes verbindet, ist zu den beiden andern Seiten parallel und ihre Länge ist gleich der halben Summe der letztern.

Aehnlich wie für das Dreieck läßt sich auch für jedes andere Polygon ein Lehrsatz über die Winkelsumme aufstellen; es ist nämlich die Summe der Winkel eines Polygons von n Seiten gleich 2 n — 4 Rechten. Also z. B. im Sechseck ABCDEF (Fig. 27) gleich 2 × 6 — 4 = 8 Rechten, da dies von einem beliebigen Punkte M aus in 6 Dreiecke zerfällt werden kann, welche 6 × 2 Rechte haben, von denen die 4 Rechten, welche um den Punkt m liegen, abgezogen werden müssen.

III. Von der Gleichheit der geradlinigen Figuren.

Nennt man irgendeine Seite eines Parallelogramms oder Dreiecks seine Grundlinie, so heißt das von der Gegenseite oder beim Dreiecke von der Spitze auf die Grundlinie gefällte Loth die Höhe. Mit diesen Ausdrücken läßt sich folgender wichtige Satz formuliren: Parallelogramme von gleicher Grundlinie und Höhe haben gleichen Flächeninhalt (z. B. in Fig. 28: ABCD = ABEF). Da jedes Dreieck als die Hälfte eines Parallelogramms aufgefaßt werden kann, so gilt obiger Satz auch von Dreiecken (z. B. in Fig. 29: △ABC = ABD = ABE = ABF). Zieht man durch einen Punkt M (Fig. 30) einer Diagonale AD eines Parallelogramms ABDC Parallelen EF und HG zu den Seiten, so heißen die kleinen Parallelogramme EMHC und GBFM, durch welche die Diagonale nicht geht, Ergänzungsparallelogramme, und von solchen gilt der Satz: Ergänzungsparallelogramme haben gleichen Flächeninhalt.

Ein anderer sehr wichtiger Satz über Flächengleichheit ist der sogenannte Pythagoräische. Er lautet: Das Quadrat über der Hypotenuse eines rechtwinkeligen Dreiecks ist gleich der Summe der Quadrate über den beiden Katheten. Also z. B. in Fig. 31: Das Quadrat AE über der Hypotenuse AB gleich der Summe der Quadrate CG und CH über den Katheten BC und AC; denn es läßt sich leicht, wenn man sich Hülfslinien CE und AG gezogen denkt, vermittels der dann entstehenden Dreiecke zeigen, daß das Rechteck LE gleich dem Quadrat CG ist, und in ganz analoger Weise, daß das Rechteck LD gleich dem Quadrat CH. Die beiden Rechtecke LE und LD bilden aber eben das Hypotenusenquadrat.

Fällt man in irgendeinem Dreiecke, z. B. ABC (Fig. 31) von einer Ecke C ein Loth CL auf die Gegenseite AB, so nennt man die Abschnitte AL und BL die Projectionen der Linien AC und BC auf AB.

Der Pythagoräische Lehrsatz (Pythagoras um das J. 550 v. Chr.) läßt sich auch zu dem für jedes Dreieck gültigen sogenannten Cotes'schen Lehrsatz erweitern. In jedem Dreieck ist das Quadrat über einer Seite, die einem spitzen (resp. stumpfen) Winkel gegenüberliegt, gleich der Summe der Quadrate über den beiden andern Seiten, vermindert (resp. vermehrt) um das doppelte Rechteck aus der einen der letztern und der Projection der zweiten auf dieselbe. Denn in Fig. 32 läßt sich ganz analog wie beim letzten Satze zeigen, daß das Rechteck LE = Rechteck NG, ebenso NF = PI und PH = LD. Es ist demnach das Quadrat AE über der Dreiecksseite AB gleich den Quadraten BF und AI über den Seiten BC und AC, vermindert um die Rechtecke NF und PI oder um das doppelte Rechteck NF oder PI.

Mit Hülfe des Pythagoräischen Satzes kann man leicht die Aufgaben lösen, ein Quadrat zu zeichnen, welches der Summe oder dem Unterschiede zweier gegebener Quadrate gleich ist. Mit Hülfe des Satzes von der Gleichheit der Dreiecke bei gleicher Grundlinie und Höhe kann man die Aufgabe lösen, ein Vieleck in ein anderes, ihm an Fläche gleiches zu verwandeln, welches eine oder mehrere Seiten weniger hat, z. B. das Fünfeck ABCDE (Fig. 33) in das ihm gleiche Dreieck FGD. Man ziehe zur Diagonale BD durch die Ecke C eine Parallele und nehme in dieser in G eine neue Ecke in der Verlängerung von AB an, so hat man für △DCB das ihm gleiche △DGB gesetzt. Aehnlich setzt man für △AED das ihm gleiche △AFD, und erhält so durch den Wegfall der Ecken A und B ein Dreieck.

IV. Vom Kreise.

Eine Gerade OA (Fig. 34), welche einen Kreis schneidet, heißt Secante, das Stück AB derselben innerhalb des Kreises heißt Sehne oder Chorde. Eine Sehne AC durch den Mittelpunkt M heißt Durchmesser, und eine Linie ED, die nur einen Punkt A mit dem Kreise gemein hat, heißt Tangente. Winkel wie ∠ AMB, AMC und CMB (Fig. 35), die ihren Scheitel im Centrum haben, heißen Centriwinkel, solche wie ∠ BAC, die den Scheitel in der Peripherie haben, Peripheriewinkel. Jede Sehne theilt den Kreis in zwei Kreisabschnitte (Segmente), und zwei Radien wie MA und MB schneiden aus dem Kreise einen Kreisausschnitt (Sector). Ein Polygon dessen Seiten Sehnen sind, wie △ABC (Fig. 34) ist dem Kreise eingeschrieben, der Kreis ihm umschrieben.

Die wichtigern elementaren Sätze der Kreislehre sind: Das Loth vom Mittelpunkte auf die Sehne halbirt diese (Fig. 25: wenn AD = BD, so ist DM ⊥ AB, ebenso FM ⊥ AC). Ein Kreis ist vollständig bestimmt durch drei Punkte seiner Peripherie, denn da (Fig. 35) der Scheitelpunkt von FM und DM der Mittelpunkt sein muß, so sind die drei gleichen Schenkel BM, AM und CM der Dreiecke AMB und CMC Radien eines Kreises durch A, B und C. Ferner: Eine Linie, welche auf einem Radius senkrecht steht, ist eine Tangente; denn die Verbindungslinie jedes andern Punktes als A (Fig. 34) z. B. E mit M ist eine Hypotenuse und daher größer als die Kathete AM.

Auch über die Winkelverhältnisse am Kreise gibt es einige wichtige Sätze, z. B.: Jeder Peripheriewinkel ist gleich der Hälfte des Centriwinkels, der mit ihm auf gleichem Bogen steht (z. B. in Fig. 36 ∠ ACB = ½ ∠ AMB; denn ∠ x ist als Außenwinkel des gleichschenkeligen Dreiecks AMC doppelt so groß wie der Basiswinkel y, und aus ähnlichem Grunde z doppelt so groß wie u). Hieraus folgt auch, daß alle Peripheriewinkel auf gleichem Bogen gleich sind, z. B. (Fig. 37): ∠ ACB = ∠ AC′B = ∠ AC″B u. s. w. Ferner folgt: Der Peripheriewinkel im Halbkreise ist ein rechter; denn A∠ C B (Fig. 38) ist gleich der Hälfte des flachen Centriwinkels AMB. In jedem Kreisviereck beträgt die Summe zweier Gegenwinkel zwei rechte. (In Figur 39 ist ∠ BAD + ∠ BCD = 2 R; denn die beiden Centriwinkel bei M = 4 R.) Aehnlich findet man, daß ein Tangentenwinkel gleich dem Peripheriewinkel im entgegengesetzten Kreisabschnitte ist. Aus obigen Sätzen ergibt sich die Lösung mehrerer Aufgaben. Um ein Dreieck einen Kreis beschreiben kann man mit Hülfe des Satzes, daß der Kreis durch drei Punkte bestimmt ist. Tangenten an einen Kreis von einem außerhalb desselben gelegenen Punkte A aus (Fig. 40) kann man ziehen, wenn man die Verbindungslinie AM in B halbirt und durch einen Kreis vom Radius MB den gegebenen in C und D durchschneidet, dann sind C und D die Berührungspunkte der beiden möglichen Tangenten AC und AD. Einem Dreiecke (z. B. ABC, Fig. 41) einen Kreis einschreiben (sodaß dieser alle drei Seiten berührt), kann man, wenn man vom Durchschnitte M der Winkelhalbirungslinien Lothe ME, MD, MF auf die Seiten fällt; dann sind M der Mittelpunkt, ME der Radius und E, D und F die Berührungspunkte des gesuchten Kreises.

V. Von der Aehnlichkeit der Figuren.

Zwei Polygone heißen ähnlich (∾), wenn sie gleiche Winkel zwischen proportionirten Seiten haben. Es würde also z. B. △ABC (Fig. 42) ∾ △ A′B′C′ sein, wenn $\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C'} = \frac{BC}{B'C'}$, und wenn ∠ A = A′, ∠ B = B′, ∠ C = C′.

Von diesen Bedingungen brauchen jedoch immer nur einige bekannt zu sein, um von ihnen auf die Existenz auch der übrigen, also auf die Aehnlichkeit der fraglichen Dreiecke schließen zu können. Diese Fälle finden ihren Ausdruck in den vier (gewissermaßen den vier Congruenzsätzen analogen) Aehnlichkeitssätzen. Es sind nämlich zwei Dreiecke einander ähnlich 1) wenn zwei Seiten des einen zweien des andern proportionirt und die eingeschlossenen Winkel einander gleich sind, 2) wenn zwei Winkel des einen denen des andern gleich sind, 3) wenn die Seiten des einen denen des andern proportionirt sind, 4) wenn zwei Seiten des einen zweien des andern proportionirt und die der größern Seite gegenüberliegenden Winkel gleich sind. Diese Sätze lassen sich sehr leicht nachweisen, wenn man bei Vergleichung der Dreiecke ABC und A′B′C′ das dem letztern congruente Hülfsdreieck DFC benutzt.

Andere hierhergehörige Sätze sind: 1) Eine Linie (z. B. CD, Fig. 43), welche einen Winkel eines Dreiecks (z. B. C in △ ABC) halbirt, theilt die Gegenseite in zwei Segmente (AD und BD), welche sich verhalten wie die anliegenden Seiten (hier AC und BC); also hier $\frac{AD}{BD} = \frac{AC}{BC}$), da, wenn BF ∥ DC, die ∠ x, y, u und z gleich, die Dreiecke ADC und ABF ähnlich sind, und △ BCF gleichschenkelig ist. 2) Zieht man durch einen Punkt (A oder A′, Fig. 44) gerade Linien, die einen Kreis schneiden, so ist das Product der Entfernungen dieses Punktes von den beiden Durchschnittspunkten bei allen Geraden gleich (also AB . AC = AD . AE und ebenso A′B′ . A′C′ = A′D′ . A′E′).

Auch eine Anzahl wichtiger Constructionen gründen sich auf die Aehnlichkeits- und die daraus abgeleiteten Sätze; so die der vierten und mittlern Proportionalen, der goldene Schnitt und die harmonische Theilung. Um zu drei gegebenen Linien a, b, c die vierte Proportionale x (d. h. das vierte Glied x der Proportion $\frac{a}{b} = \frac{c}{x}$) zu construiren, trägt a und b auf dem einen und c auf dem andern Schenkel eines beliebigen Winkels EAC (Fig. 45) ab, zieht BD und parallel dazu CE, so ist DE = x. Um zu zwei gegebenen Geraden a und b (Fig. 46) die mittlere Proportionale x (d. h. die Größe x in der Proportion $\frac{a}{x} = \frac{x}{b}$) zu finden, setzt man AD = a und DB = b nebeneinander und errichtet über AB als Durchmesser einen Halbkreis, dann ist das Loth DC = x, wegen Aehnlichkeit der Dreiecke ABD und CDB.

Um eine Linie AB (Fig. 47) nach dem goldenen Schnitt, d. h. so zu theilen, daß der eine Theil die mittlere Proportionale zwischen der ganzen Linie und dem andern Theile ist, errichte man in B ein Loth BC = ½ AB, ziehe mit CB als Radius einen Kreisbogen, verbinde A mit C und lege AD nach AF, so ist F der gesuchte Schnitt.

Um eine Gerade harmonisch zu theilen, d. h. zu zwei auf ihr gegebenen Punkten A und B (Fig. 48) zwei andere C und D so zu bestimmen, daß die Abstände des C von A und B dasselbe Verhältniß (etwa $= \frac{m}{n}$) haben wie die des D von A und B (also $\frac{CA}{CB} = \frac{DA}{DB} = \frac{m}{n}$), trägt man an A in beliebiger Richtung m an und an B parallel mit m nach oben und unten n, und zieht FH und FD, so sind deren Durchschnitte C und D mit der gegebenen Geraden die gesuchten harmonischen Punkte.

Zieht man von irgendeinem Punkte O (Fig. 49) Gerade durch vier harmonische Punkte A, B, C, D, so nennt man diese Geraden harmonische Strahlen. Diese haben unter anderm die Eigenschaft, daß auch jede andere durch sie gelegte Linie in vier harmonischen Punkten (etwa A′, B′, C′, D′) geschnitten wird. Man findet die harmonische Theilung auch wieder bei den Diagonalen des vollständigen Vierseit (Fig. 50). Es ist dies eine Figur, die durch vier sich schneidende Gerade (AB, AC, BD, CF) gebildet wird. Sie hat sechs Ecken (A, F, B, G, C, D) und drei Diagonalen (AG, FD, BC). Jede derselben wird von den beiden andern harmonisch getheilt, z. B. AG in H und I.

Will man zu einem Polygon, z. B. ABCD (Fig. 51) ein ähnliches construiren, so zieht man von irgendeinem Punkte O aus Strahlen nach den Ecken und trägt

darauf den Strahlen OA, OB u. s. w. proportionirte Größen OA′, OB′ u. s. w. (oder OA″, OB″ u. s. w.) ab; dann sind A′B′C′D′ sowol als auch A″B″C″D″ zu ABCD ähnliche Polygone, und O heißt im erstern Falle der äußere, im andern der innere Aehnlichkeitspunkt.

Auf der Lehre von der Aehnlichkeit der Dreiecke beruht auch die Construction der Transversalmaßstäbe (Fig. 52).

VI. Von den regulären Polygonen und der Kreismessung.

Ein Polygon von lauter gleichen Seiten und Winkeln heißt regulär, wenn es lauter gleiche Seiten und Winkel hat. Man erhält es dadurch, daß man den Kreis in die verlangte Anzahl gleicher Theile theilt und die Theilpunkte mit Sehnen verbindet. Am einfachsten erhält man das Sechseck (Fig. 54). Seine Seite AB ist gleich dem Radius des Kreises. Zieht man aber an den 6 Theilpunkten Tangenten wie CD, so erhält man ein umschriebenes Sechseck.

Ueberspringt man von den 6 Theilpunkten je einen, so erhält man das reguläre Dreieck (Fig. 53). Durch Halbirung des Sechseckbogens kann man das Zwölfeck, aus diesem das Vierundzwanzigeck u. s. w. erhalten. Die Theilpunkte für das reguläre Viereck (Fig. 62) erhält man durch zwei aufeinander senkrechte Durchmesser. Durch Halbirung des Bogens erhält man das Achteck u. s. w. Die Seite EA des Fünfecks (Fig. 55) ergibt sich, wenn man den Radius MB in C halbirt, das Loth MA errichtet und die Zirkelöffnung CA nach CD legt, dann ist AD = AE gleich der Fünfeckseite, und das Stück DM ist die Seite des Zehnecks (Fig. 57). Man kann ein Vieleck im allgemeinen auch so construiren, daß man den Durchmesser AB (Fig. 59 oder 60) in die verlangte Anzahl (hier 7) gleicher Theile theilt, dann wie in Fig. 59 noch solch einen Theil von A bis D und von C bis E setzt und DE zieht, dann ist die Entfernung des Durchschnitts G vom Punkte 3 gleich der gesuchten Vieleckseite. Oder man sucht wie in Fig. 60 mit der Zirkelöffnung AB von A und B aus den Durchschnitt bei C und zieht C und D, dann ist BD der gesuchte Bogen. Statt durch Verbindung der aufeinanderfolgenden Theilpunkte kann man ein Vieleck auch durch regelmäßige Ueberspringung von 1, 2 oder mehr Punkten in einem Zuge darstellen; so das Fünfeck (Fig. 56), das Siebeneck (Fig. 60), das Achteck (Fig. 61), das Zehneck (Fig. 58) und das Sechszehneck (Fig. 63).

Je mehr ein reguläres Polygon Seiten hat, desto mehr nähert sich sein Umfang dem des eingeschriebenen oder umschriebenen Kreises. Auf diese Weise läßt sich leicht das Verhältniß des Kreisumfangs zum Durchmesser berechnen. Das ganze Problem läuft darauf hinaus, aus der bekannten Größe einer Polygonseite AB (Fig. 64) die Größe der Seite AC oder BC des Polygons mit der doppelten Seitenzahl zu berechnen, was sich leicht mit Hülfe der Aehnlichkeit der Dreiecke ACD und MCF finden läßt.

Auf diese Weise ergibt sich der Kreisumfang für den Durchmesser 1 (auch π oder die Ludolf'sche Zahl genannt) = 3,14159265358979 . . . . . Diese Zahl ist bis auf mehrere Hundert Decimalstellen berechnet worden, für die meisten Fälle genügt es aber kurz $\pi = 3{,}14$ zu setzen.

Die Länge irgendeines Kreisumfangs erhält man aus der Multiplication des Durchmessers mit der Zahl π.

VII. Von der Flächenberechnung geradliniger Figuren und des Kreises.

Da, wie schon oben bemerkt, ein Rechteck und schiefes Parallelogramm (z. B. ABDC und ABFE, Fig. 28) einander an Fläche gleich sind, so erhält man den Flächeninhalt eines Parallelogramms durch Multiplication von Grundlinie und Höhe desselben. Da nach dem eben dort Gesagten ein Dreieck als die Hälfte eines Parallelogramms von gleicher Grundlinie und Höhe anzusehen ist, so ist auch seine Fläche gleich dem halben Product aus Grundlinie und Höhe. Jedes andere Polygon läßt sich in Dreiecke zerlegen, und daher auch seine Flächenberechnung auf die des Dreiecks zurückführen. Auch der Kreis läßt sich als eine Summe schmaler Dreiecke betrachten, die auf dem Umfange stehen und alle mit den Spitzen im Mittelpunkte zusammenlaufen. Daher ist seine Fläche gleich dem halben Product aus dem Halbmesser und dem Umfange, oder, was dasselbe ist, gleich dem Producte des Halbmessers mit sich selbst und der Zahl π. Als Maß für Flächen benutzt man ein Quadrat mit der gewählten Längeneinheit gleichen Seiten (Quadratzoll, Quadratfuß, Quadratmeter u. s. w.).

Ebene Trigonometrie.

Es ist sehr wichtig, in einem Dreiecke die Beziehungen zwischen der Größe der Winkel und den Verhältnissen der anliegenden und gegenüberliegenden Seiten zu kennen.

Diese Erörterungen bilden einen besondern Abschnitt der Geometrie unter dem Namen der Trigonometrie, und zwar zunächst der Ebene. Betrachtet man zunächst in einem rechtwinkeligen Dreiecke, wie z. B. ABC (Taf. 1, Fig. 65), die Beziehungen eines Winkels, z. B. a zu den Seiten, so nennt man das Verhältniß der Gegenkathete zur Hypotenuse ($\frac{BC}{AC}$) den Sinus des Winkels a, ($= \sin a$), das der anliegenden oder Beikathete zur Hypotenuse ($\frac{AB}{AC}$) den Cosinus von a, ($= \cos a$), das der Gegenkathete zur Beikathete ($\frac{BC}{AB}$) die Tangente von a, ($= \mathrm{tg}\, a$), und das der Beikathete zur Gegenkathete ($\frac{AB}{BC}$) die Cotangente von a, ($= \mathrm{cotg}\, a$); endlich hat man die beiden seltener gebrauchten, nämlich das der Hypotenuse zur Beikathete ($\frac{AC}{AB}$) oder die Secante von a, ($= \sec a = \frac{1}{\cos a}$), und das der Hypotenuse zur Gegenkathete ($\frac{AC}{BC}$) oder die Cosecante von a, ($= \mathrm{cosec}\, a = \frac{1}{\sin a}$). Diese Verhältnisse oder Functionen des Winkels sind natürlich in allen rechtwinkeligen Dreiecken bei gleicher Größe von a gleich, ändern sich aber, wenn a sich ändert. Diese Aenderung der Functionen bei Aenderung des Winkels und Durchgang desselben durch alle vier Viertel (Quadranten) des Kreises wird deutlicher bei Betrachtung von Fig. 67.

Setzt man in dem Kreise die Radien MA = ME = ME u. s. w. gleich der Einheit, so werden es auch in den obigen Verhältnissen (Functionen) die Nenner, und man kann dann sagen für den Winkel AME = a ist dann EF der Sinus, FM der Cosinus, AK die Tangente, LC die Cotangente, MK die Secante, ML die Cosecante. Ueber die allmähliche Veränderung dieser Werthe mit der Größe des Winkels möge Folgendes als Beispiel dienen. Da in Fig. 67 FE = F′E′ = F′E″ = FE‴ ist, die beiden letztern aber nach der entgegengesetzten Richtung liegen, so sieht man, daß die Sinus der Winkel AME, AME′, AME″, AME‴

numerisch gleich, die beiden letztern aber negativ sind. Man sieht also, im ersten Quadranten des Kreises wachsen die Sinus von 0 bis 1, nehmen im zweiten wieder bis 0 ab, sind aber im ganzen Verlaufe positiv; im dritten und vierten gehen sie wieder von 0 durch 1 bis 0, sind aber in beiden negativ. Aehnliche periodische Aenderungen zeigen die andern Functionen. Man hat schon längst trigonometrische Tafeln berechnet, in welchen man für die Zwecke der Dreiecksberechnung für jeden Winkelwerth die zugehörige Größe der Functionen und umgekehrt finden kann.

Wie die Functionen zur Dreiecksberechnung benutzt werden können, möge zunächst für das rechtwinkelige Dreieck durch ein Beispiel angedeutet werden. Im Dreieck ABC (Fig. 65) sei BC die Höhe eines Hauses oder Baums. Irgendeine horizontale Länge (Standlinie) AB werde gemessen und mit einem Winkelmeßinstrumente die Größe des Winkels a bestimmt. Da nun das Verhältniß $\frac{BC}{AB} = \text{tg } a$ ist, so hat man auch $BC = AB \,.\, \text{tg } a$. Wenn man also in den Tafeln die Tangente für den Winkel a aufschlägt und mit der Länge von AB multiplicirt, erhält man die Höhe BC.

Will man schiefwinkelige Dreiecke betreffende Berechnungen vornehmen, so gehört dazu noch die Kenntniß einiger besonderer Beziehungen der Seiten zu den Functionen der Winkel. So z. B. gilt der Satz, daß in jedem Dreieck sich die Seiten verhalten wie die Sinus der gegenüberliegenden Winkel. Wenn also z. B. im Dreieck ABC (Fig. 66) die Seite AB und die beiden anliegenden Winkel a und b gemessen, also auch der dritte c als Supplement von a und b bekannt wäre, und es sollte eine der beiden andern Seiten, etwa BC berechnet werden, so hätte man nach obigem Satze die Proportion $\frac{BC}{AB} = \frac{\sin a}{\sin c}$, oder hieraus die Gleichung: $BC = \frac{AB \,.\, \sin a}{\sin c}$; d. h. man fände die Größe der Seite BC, wenn man die Länge von AB mit dem Sinus von a multiplicirte und dann das Product durch den Sinus von c dividirte. In ähnlicher Weise lassen sich nach den Lehren der Trigonometrie immer aus einer genügenden Anzahl gegebener Stücke (Winkel und Seiten) die andern noch unbekannten Stücke eines Dreiecks berechnen.

Stereometrie.

I. Von der Lage der Ebenen und Geraden im Raume.

Eine Gerade EF (Taf. 2, Fig. 1), welche zwei Punkte E und F einer Ebene ABCD verbindet, fällt ganz in die Ebene hinein. Schneidet eine Gerade wie LM (Fig. 1) eine Ebene, so kann dies nur in einem Punkte (N) geschehen. Schneidet sie dieselbe in keinem Punkte, (wie GH, Fig. 1), so sagt man, sie sei der Ebene (ABCD) parallel. Das Loth GI (= HK) ist ihr Abstand von der Ebene. Alle Lothe auf einer Ebene (wie GI und HK auf ABCD) sind einander parallel (Lehrsatz). Die Aufgabe, auf eine Ebene ABCD (Fig. 2) von einem Punkte E außerhalb derselben ein Loth zu fällen, löst man wie folgt. Man ziehe in der Ebene eine Gerade HI, dann EG senkrecht auf HI, dann in der Ebene selbst GM senkrecht auf HI, und hierauf EF senkrecht auf GM, so ist EF das verlangte Loth, denn es ist senkrecht auf GM und KL. Von zwei Geraden im Raume, die weder parallel sind noch sich durchschneiden sagt man, sie kreuzen sich (z. B. die beliebig verlängerten Geraden AC und FD in der ein Prisma vorstellenden Fig. 18). Zwei Ebenen wie AB und CD (Fig. 4) schneiden sich, und zwar in der Geraden EF. Zwei Ebenen, wie AB und CD (Fig. 3), welche sich nicht durchschneiden, heißen parallel.

II. Von den körperlichen Ecken und Polyëdern.

Wenn man durch je zwei von drei Geraden (AB, AC und AD, Taf. 2, Fig. 5), welche sich in einem Punkte A des Raums durchschneiden, eine Ebene legt, so schließen diese drei Ebenen eine dreiseitige körperliche Ecke ein. Ebenso bestimmen fünf Gerade (AB, AC u. s. w., Fig. 6) eine fünfseitige, überhaupt n Gerade eine nseitige körperliche Ecke. Der Schnittpunkt A der Geraden heißt der Scheitel, die Geraden selbst heißen die Kanten, die von den Kanten eingeschlossenen Winkel die Seiten und die Neigungswinkel je zweier Ebenen die Winkel der körperlichen Ecke.

Aehnlich wie in der Planimetrie die beiden Schenkel eines Winkels noch keinen endlichen Raum begrenzen, hierzu vielmehr wenigstens noch eine, beide Schenkel schneidende Gerade gehört, so muß auch, damit ein allseitig von Ebenen begrenzter Körper, oder wie man einen solchen nennt, ein Polyëder entsteht, die offene körperliche Ecke durch mindestens noch eine schneidende Ebene geschlossen und begrenzt werden. So entsteht, wenn in Fig. 5 die drei Ebenen BAC, CAD, DAB der dreiseitigen körperlichen Ecke noch durch die vierte Ebene BCD geschnitten werden, ein vierflächiges Polyëder oder Tetraëder, auch eine dreiseitige Pyramide genannt. Ebenso schließt bei der fünfseitigen körperlichen Ecke in Fig. 6 die sechste Ebene BCEFG eine fünfseitige Pyramide ab, deren Basis BCEFG und deren Spitze A ist.

Sind die begrenzenden Flächen eines Polyëders ihrer Figur nach reguläre Polygone, so heißt es ein reguläres Polyëder. Es kann deren im ganzen nur fünf geben, drei begrenzt von regulären Dreiecken, eins von Quadraten und eins von regulären Fünfecken, nämlich 1) das reguläre Tetraëder, von vier regulären Dreiecken umschlossen. Fig. 7 stellt den Körper dar auf der Fläche ABC ruhend und die Spitze D dem Auge zuwendend, Fig. 8 sein Körpernetz, d. h. die Entwickelung seiner Oberfläche in einer Ebene (hier wie bei den folgenden in kleinerm Maßstabe). D′, D″, D‴ bilden durch Herumklappen die Spitze D (Fig. 7). 2) Das Octaëder, von acht regulären Dreiecken umschlossen. Fig. 9 ist eine Ansicht des Körpers; alle Kanten sind der Kante AB gleich. Fig. 10 ist sein Netz. 3) Das Ikosaëder, von zwanzig Dreiecken gebildet. In Fig. 11 ist eine Fläche, in Fig. 12 eine Ecke dem Auge zugewendet. Fig. 13 ist das Körpernetz des Ikosaëders, auch in kleinerm Maßstabe. 4) Das Hexaëder (Würfel), von sechs Quadraten umgrenzt (Fig. 14). Die Gestaltung seines Körpernetzes ist aus Fig. 15 ersichtlich. Endlich 5) das Dodekaëder (Fig. 16), ein von zwölf regulären Fünfecken (Pentagonen) umschlossener Körper. Sein Netz ist in Fig. 17 dargestellt. Zur Construction der Netze dieser regulären Körper, und daraus ihrer Modelle, braucht immer nur die Größe der Seite AB des betreffenden Polygons gegeben zu sein.

Ein wichtiger für alle Polyëder geltender Lehrsatz ist folgender (der sogenannte Euler'sche Satz): Die Anzahl der Ecken eines Polyëders vermehrt um die Anzahl seiner Flächen ist um zwei größer als die Anzahl seiner Kanten.

III. Von den Prismen, Pyramiden und Körperstumpfen.

Ein Prisma ist ein zwischen zwei parallelen Ebenen liegender Körper, dessen Seitenflächen Parallelogramme sind. Je nach der Anzahl dieser Seitenflächen hat

man drei-, vier-, fünfseitige u. s. w. Prismen. Die beiden parallelen End- oder Grundflächen sind dann congruente Dreiecke, Vierecke, Fünfecke u. s. w. Der senkrechte Abstand der Grundflächen heißt die Höhe des Prismas. So stellt Fig. 18 ABCEDF ein dreiseitiges Prisma vor, dessen Grundflächen ABC und DEF sind. Fig. 19 ist sein Netz. Beim Zusammenklappen der Flächen fallen die Punkte F, F′, F″ sowie C, C′, C″ zusammen. Da die Seitenflächen hier Rechtecke sind, so stellt jede der Kanten AE u. s. w. zugleich die Höhe des Prismas dar.

Um die Größe des Rauminhaltes irgendeines Prismas, sowie auch gewisser anderer Körper bestimmen zu können, ist es vorerst nöthig, einen wichtigen Lehrsatz kennen zu lernen, das sogenannte Cavaleri'sche Princip. Es lautet: Zwei Körper (z. B. Fig. 29 das dreiseitige Prisma a, a′, a″ und das vierseitige b, b′, b″, sowie in Fig. 30 das sechsseitige Prisma c, c′, c″, sowie der Cylinder d, d′, d″), die sich zwischen zwei parallelen Ebenen befinden (z. B. in Fig. 29 und 30 zwischen den Ebenen 1 und 3) und von einer beliebigen dritten, den beiden ersten parallelen Ebene (z. B. 2 in Fig. 29 und 30) durchschnitten, stets gleiche Querschnitte geben (z. B. Querschnitt a′ = b′ und c′ = d′), haben gleichen Rauminhalt.

Als Maß für den Rauminhalt jedes Körpers benutzt man einen Würfel (Kubus), dessen Kante der Längeneinheit gleich ist und nennt dieses Maß je nach der gewählten Längeneinheit, Kubikmeter, Kubikfuß, Kubikzoll, Kubikmeile u. s. w.

Ein vierseitiges, von drei Paar parallelen Ebenen begrenztes Prisma, heißt ein Parallelepipedon, und stehen die Kanten desselben senkrecht gegen die Grundflächen wie bei dem Körper b, b′, b″ (Fig. 29), so findet man durch eine leichte Ueberlegung, daß der Rauminhalt oder das Volumen (V) eines solchen rechtwinkeligen Parallelepipedons gleich dem Product aus den Längenzahlen von drei in einer Ecke zusammenstoßenden Kanten sein muß, oder, da das Product zweier Kanten als Grundfläche und die dritte darauf senkrechte als die Höhe anzusehen ist, daß V gleich dem Product aus Grundfläche und Höhe gefunden wird.

Das Volumen irgendeines Prismas ist nun nach dem Cavaleri'schen Princip ebenfalls gleich dem Product aus Grundfläche und Höhe des Prismas.

Ein Körper, dessen Grundfläche ein ebenes Polygon (wie BCD in Fig. 20) ist, und dessen Seitenflächen und folglich auch deren Durchschnittskanten alle in einer Spitze (A) zusammenlaufen, heißt eine Pyramide, und zwar eine drei-, vier-, fünfseitige u. s. w., je nachdem die Grundfläche ein Dreieck, Viereck, Fünfeck u. s. w. ist. Fig. 21 gibt das entwickelte Netz der in Fig. 20 dargestellten fünfseitigen Pyramide.

Jedes dreiseitige Prisma, wie z. B. das in Fig. 28, läßt sich in drei an Volumen gleich große Pyramiden zerschneiden. Hieraus ergibt sich leicht, daß das Volumen einer Pyramide gleich einem Drittel vom Volumen eines Prismas von gleicher Grundfläche und Höhe ist, d. h. auch gleich dem Drittel des Products aus Grundfläche und Höhe der Pyramide.

Ein Körperstumpf oder Obelisk (Fig. 22) ist ein Körper, der zwischen parallelen Ebenen (AB und CD) liegt und dessen Seitenflächen ebene Figuren sind, die sich von der einen der parallelen Ebenen zur andern erstrecken. Die in den parallelen Ebenen liegenden Polygone AB und CD heißen die Grundflächen, ihr senkrechter Abstand h die Höhe und der die Höhe halbirende Parallelschnitt EF die Mittelfigur des Schnittes. Denkt man sich alle Ecken des Obelisken mit irgendeinem Punkte der Mittelfigur verbunden, so wird derselbe dadurch derart in Pyramiden zerlegt, daß man sein Volumen gleichsetzen kann dem sechsten Theile eines Prisma von gleicher Höhe, dessen Grundfläche aus den beiden Grundflächen und dem vierfachen Querschnitte besteht.

IV. Von Cylinder, Kegel und Kugel.

Diese Körper sind Umdrehungskörper. Ein gerader Cylinder (Taf. 2, Fig. 23) entsteht, wenn man ein Rechteck ABCD um eine seiner Seiten BC als Achse gedreht denkt. Die gegenüberstehende Seite AD beschreibt dann den Mantel und die beiden andern Seiten AB und DC beschreiben die kreisförmigen Grundflächen des Cylinders. Setzt man den Radius AB der Grundfläche = r und die Höhe BC des Cylinders = h, und bedenkt man ferner, daß man den Cylinder als ein Prisma mit unendlich vielen schmalen Seitenflächen betrachten kann, so ist mit Beachtung des in der Kreislehre Gesagten sein Rauminhalt = $\pi r^2 h$, und der Flächeninhalt seines Mantels = $2\pi r h$. Fig. 24 stellt das Netz des Cylinders, d. h. die Grundflächen B und C und den aufgewickelten Cylindermantel AA′D′D dar.

Ein gerader Kegel (Fig. 25) entsteht durch Umdrehung eines rechtwinkeligen Dreiecks ABC um eine Kathete AB. Diese Achse nennt man die Höhe (h) des Kegels, A die Spitze. Die Hypotenuse AC (auch die Seite (s) des Kegels genannt) beschreibt den Kegelmantel, die andere Kathete BC = BD = r die kreisförmige Grundfläche. Durch ähnliche Betrachtungen wie beim Cylinder erhält man das Volumen des Kegels (analog dem der Pyramide) = $\frac{1}{3}\pi r^2 h$, die Fläche des Kegelmantels = $\pi r s$. Fig. 26 stellt den aufgewickelten Kegelmantel AD′CD″ und die Grundfläche B dar.

Eine Kugel (Fig. 27) entsteht, wenn ein Halbkreis CBC′ um seinen Durchmesser CC′ gedreht gedacht wird. Der Mittelpunkt des gedrehten Halbkreises ist auch der der Kugelfläche; alle Punkte derselben haben gleichen Abstand von ihm. Dieser Abstand ist der Radius (r) der Kugel. Jeder Kreis wie BCB′C′ oder AB A′B′ oder ACA′C′, dessen Ebene durch den Mittelpunkt der Kugel geht, heißt ein größter Kreis derselben. Aehnlich wie beim Kreis hat man auch bei der Kugel Sectoren, Segmente u. s. w.

Die Größe der Kugeloberfläche ist gleich der vierfachen Fläche des größten Kreises, also = $4\pi r^2$. Für die Berechnung des Rauminhalts der Kugel dient ein schon von Archimedes gefundener Satz, der eine einfache Beziehung zwischen dem Volumen von Cylinder, Kugel und Kegel angibt. Denkt man sich in das Quadrat ABCD (Fig. 28) mit dem Radius BA = r einen Viertelkreis von A bis C und außerdem eine Diagonale AC gezogen, und denkt man sich dann das Quadrat um die Seite AB im Kreise herumgedreht, so entsteht durch die Drehung der Diagonale AC ein Kegel, durch die des Viertelkreises eine Halbkugel und durch die des Quadrats ein Cylinder, deren Volumina sich zueinander verhalten wie 1 zu 2 zu 3, sodaß also die Halbkugel und demnach auch die ganze Kugel zwei Drittel vom Raume des sie genau umschließenden, gleichhohen Cylinders faßt. Da nun für die Höhe h = 2r, der Rauminhalt des Cylinders = $2\pi r^3$ ist, so muß der der Kugel = $\frac{4}{3}\pi r^3$ sein.

Ein von zwei größten Halbkreisen, wie z. B. CAC′ und CBC′ (Fig. 27) begrenzter Theil der Kugeloberfläche heißt ein Kugelzweieck, und ein von drei Bogen, wie CA, CB und AB, welche Stücke größter Kreise sind, eingeschlossenes Stück ein sphärisches oder Kugeldreieck. Die drei erwähnten Bogen heißen

die Seiten und die von diesen eingeschlossenen Winkel die Winkel des Dreiecks.

Sphärische Trigonometrie.

Stellt ABC (Taf. 2, Fig. 31) ein sphärisches Dreieck vor auf einer Kugel, deren Mittelpunkt in M liegt, so begrenzen die drei durch je zwei der Radien MA, MB, MC gelegten Ebenen eine körperliche dreiseitige Ecke, deren Seiten durch die Bogen AB, AC und BC gemessen werden. Setzt man Bogen BC=a, AC=b und AB=c, ferner Winkel A=α, B=β, C=γ (wie auch aus Fig. 32 ersichtlich), setzt die Radien MA u. s. w. = 1, und errichtet auf MA in A in den Ebenen MAB und MAC die Lothe AE und AD, so ist offenbar AD = tg b, MD = sec b, AE = tg c, ME = sec c. Hieraus folgt durch Anwendung des Cotes'schen Lehrsatzes auf die Dreiecke MED und AED für die Seite DE:

$DE^2 = \sec b^2 + \sec c^2 - 2 \sec b \sec c \cos a$

$DE^2 = \operatorname{tg} b^2 + \operatorname{tg} c^2 - 2 \operatorname{tg} b \operatorname{tg} c \cos \alpha.$

Durch Subtraction und leichte Umrechnung ergibt sich hieraus:

$$\cos \alpha = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c}.$$

und wenn man die halbe Summe der Seiten

$$\frac{a+b+c}{2} = s \text{ setzt, so folgt}$$

$$\cos \tfrac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{\sin s \sin (s-a)}{\sin b \sin c}}.$$

So kann man noch eine Anzahl von Formeln auf diesem Wege ableiten, welche für die Berechnung der Stücke (d. h. der Seite a, b, c und der Winkel α, β, γ) eines allgemeinen schiefwinkeligen sphärischen Dreiecks wie ABC (Fig. 32) benutzt werden können.

Für das rechtwinkelige sphärische Dreieck, wo also ein Winkel, z. B. der bei A (Fig. 33) gelegene $= \frac{1}{2}\pi$ (d. h. $= 90^0$) wird, vereinfachen sich die Formeln bedeutend, indem dann $\sin \alpha = 1$, $\cos \alpha = 0$, $\operatorname{tg} \alpha = \infty$, $\operatorname{cotg} \alpha = 0$ wird. Eine wirkliche Entwickelung dieser Formeln durchzuführen, kann natürlich hier nicht der Ort sein. Ihre hauptsächlichste Verwendung finden die Lehren der sphärischen Trigonometrie in der Astronomie und höhern Geodäsie.

Analytische Geometrie.

Wenn man die Lage irgendeines Punktes M (Taf. 2, Fig. 34) genau bestimmen will, so gibt man sie an in Bezug auf zwei in derselben Ebene liegende, sich im Punkte O unter irgendeinem Winkel, am einfachsten, wie in Fig. 34, einem rechten sich schneidende, nach beiden Seiten unendlich weit verlängert gedachte Gerade XX und YY. Die Richtung nach rechts bezeichnet man mit + X, die nach links mit — X, die nach oben mit + Y, nach unten mit — Y. Man nennt diese beiden Linien Coordinatenachsen. Um nun die Lage eines Punktes M gegen rechtwinkelige Coordinatenachsen zu bestimmen, fällt man von ihm das (mit der Y-Achse parallele) Loth y auf die X-Achse und schneidet dadurch auf dieser von O aus gerechnet das Stück x ab. Dieses letztere heißt die Abscisse von M, y die Ordinate, beide heißen die Coordinaten, und O ist der Coordinatenanfang. Die Lage eines Punktes ist also offenbar bestimmt durch die Größe und das Vorzeichen seiner Coordinaten x und y; denn auch die Vorzeichen derselben ändern sich, wenn der Punkt aus dem Raumviertel + XO + Y in ein anderes der vier durch die Coordinatenachsen abgegrenzten Raumviertel der Ebene übergeht; in dem zweiten, unten an das erste stoßenden Raumviertel + XO — Y bleibt x offenbar nach rechts liegend, also positiv, während y nach unten zu liegen kommt, also negativ wird; in dem links an dieses stoßenden zweiten untern Raumviertel wird sowol x als auch y negativ sein, während in dem letzten vierten x zwar negativ bleibt, y aber wieder positiv ist.

Statt durch ein solches Coordinatensystem kann man auch die Lage eines beliebigen Punktes M durch sogenannte Polarcoordinaten bestimmen. Man muß dann seinen Abstand r von einem als fest angenommenen Punkte O, dem Pole, kennen, sowie den Winkel, welchen dieser Abstand r mit einer bestimmten Richtung + XO macht. Die Richtung heißt die Achse, und der Abstand r der Radius vector oder Leitstrahl.

Ist die Lage des Punktes M nicht blos auf eine Ebene beschränkt, sondern kann er sich irgendwo im Raume befinden, so muß man dem Coordinatensystem noch eine dritte, nicht in der Ebene der beiden andern gelegene Achse, die gewöhnlich sogenannte Z-Achse hinzufügen (Fig. 35), deren Richtung nach vorn mit + Z, nach hinten mit — Z bezeichnet wird. Im allgemeinen kann man die Winkel zwischen diesen drei Achsen beliebig annehmen, am einfachsten ist es jedoch, sie alle im Coordinatenanfange O sich rechtwinkelig durchschneiden zu lassen. Fällt man dann ein Loth von M auf die Ebene XOZ, so hat man die Coordinate y, das Loth von deren Fußpunkte auf die Achse OX ist die Coordinate z, und der Fußpunkt dieser schneidet auf der Achse OX vom Coordinatenanfange O aus die Coordinate x ab. So ist in einem solchen Coordinatensystem die Lage des Punktes M im Raume durch seine Coordinaten x, y, z fest bestimmt.

Auch Polarcoordinaten kann man hier anwenden. Man muß dann die Lage des Radius vector OM = r bestimmen, etwa dadurch, daß man den Winkel desselben mit einer der Coordinatenebenen, vielleicht der der XZ, bestimmt, und dann etwa noch den Winkel, den die Projection des Radius vector auf gedachte Ebene mit einer in dieser Ebene gegebenen Richtung (einer Achse) einschließt.

Betrachtet man nicht blos einen Punkt, sondern will man irgendein anderes Raumgebilde durch seine Coordinaten bestimmen, so kann man auch hier Gebilde in der Ebene und solche im Raume mit drei Dimensionen unterscheiden.

Hier mögen nur die Methoden und Objecte der analytischen Geometrie an einigen einfachen Beispielen aus der analytischen Geometrie der Ebene illustrirt werden.

Wenn, wie schon oben bemerkt, y und x (Fig. 34) die Coordinaten irgendeines Punktes M sind, so wird doch offenbar das Verhältniß beider zueinander irgendeiner bestimmten Größe, die wir a nennen wollen, gleich sein, das hieße in einer Formel ausgedrückt:

$$\frac{y}{x} = a,$$

wobei noch zu bemerken ist, daß a, als das Verhältniß der Gegenkathete (y) durch die Beikathete (x) nach dem in der ebenen Trigonometrie Gesagten gleich der Tangente des Winkels XOM ist. Nun ist aber augenscheinlich auch für jeden andern auf der Linie OM angenommenen Punkt das Verhältniß der jedesmaligen, zu ihm gehörigen Coordinaten genau dasselbe, also ebenfalls gleich a, und dasselbe muß ohne Zweifel auch für jeden Punkt gelten, der auf der geraden Verlängerung von OM über M sowol wie über O hinausläge. Also für jeden Punkt dieser Geraden ist allemal y das afache von x oder: $y = ax$. Eine solche, für jeder Punkt einer Linie (hier beispielsweise einer Geraden)

stattfindende Beziehung zwischen Abscisse und Ordinate (oder bei Polarcoordinaten zwischen Radius vector und Winkel) heißt Gleichung der Linie. Demnach wäre also die Gleichung einer Geraden, welche durch den Coordinatenanfang O geht und mit der Achse der X einen Winkel einschließt, dessen Tangente gleich a ist: $y = ax$. Für irgendeine andere Lage der Geraden wird auch die Gleichung ihre Gestalt ändern, aber immer wird y und x nur in der ersten Potenz darin vorkommen können. Jede Linie, in deren Gleichung höhere Potenzen der Coordinaten vorkommen, als die erste, ist eine krumme. Man unterscheidet je nach der höchsten in der Gleichung der Linien vorkommenden Potenz der Coordinaten, Linien ersten, zweiten, dritten u. s. w. Grades. Eine krumme Linie, deren auf rechtwinkelige oder schiefwinkelige Achsen bezogene Gleichung keine algebraische, rationale ist, heißt eine transscendente Linie.

Es soll hier einiges über die Curven (krummen Linien) zweiten, über einige höherer Grade, sowie über die wichtigsten transscendenten Linien gesagt werden.

I. Linien zweiten Grades.

Die Linien zweiten Grades sind der Kreis, die Ellipse, die Parabel und die Hyperbel. Man nennt sie auch Kegelschnitte, weil man sie beim Schnitte eines Kegels (vgl. Stereometrie) durch eine Ebene entstanden denken kann. Schneidet eine Ebene einen Kegel (Fig. 36) senkrecht auf die Achse AC, so entsteht auf der Kegelfläche als Schnittrand ein Kreis BD. Die wichtigsten elementaren Beziehungen des Kreises sind schon früher (vgl. Planimetrie) erörtert worden. Schneidet man denselben Kegel schief gegen Achse AC in der Richtung EF, sodaß EF und AB sich schneiden, so wird der Schnittrand eine Ellipse sein. Ist aber, wie in Fig. 39, der schräge Schnitt so gerichtet, daß EF parallel mit AB ist, so ist der Schnittrand keine geschlossene Curve, sondern eine solche, deren beide Aeste vom Scheitel F aus immer weiter auseinander gehen, je weiter man sich den Kegel fortgesetzt denkt; sie heißt Parabel. Zu jedem Kegel gehört eigentlich immer ein gleicher Scheitelkegel, denn man kann sich einen Kegel dadurch entstanden denken, daß man eine im Punkte A (Fig. 42) befestigte Gerade BO mit ihrem Endpunkte B in einem auf der Achse AC senkrechten Kreise herumführt; dann wird nicht nur der Theil AB, sondern auch der Theil AO derselben jeder einen Kegel beschreiben. Legt man eine Schnittebene so, daß sie etwa in der Richtung MN beide Kegel zugleich trifft, so wird als Schnittrand eine aus zwei unendlichen, sich nicht schließenden Zweigen XFJ und KGZ bestehende Curve, die Hyperbel entstehen. Die Richtung EF bei der Ellipse (Fig. 36) heißt die große Achse derselben, die darauf in der Mitte senkrechte die kleine Achse. Auch bei der Parabel (Fig. 39) heißt die Richtung EF die Achse, sowie auch bei der Hyperbel (Fig. 42) die Richtung MN, speciell das Stück FG die Achse genannt wird.

In einer Ellipse (Fig. 37), deren halbe große Achse AC = BC und halbe kleine Achse DC = EC ist, erhält man, wenn man mit der Zirkelöffnung AC von D oder E aus die große Achse zweimal schneidet, zwei wichtige Punkte, die Brennpunkte F und F'. Der Abstand irgendeines Punktes M oder M' der Ellipse von deren Brennpunkten heißt Radius vector. Ein wichtiger Satz ist, daß die beiden Radii vectores eines Punktes M zusammen stets gleich der großen Achse sind, also FM + F'M = AB. Dies kann zur mechanischen Construction der Ellipse dienen, denn ein Faden von der Länge AB in F und F' befestigt, wird einen Stift, der ihn spannt, auf der Peripherie der Ellipse herumzugehen zwingen. Eine Tangente am Kreise steht bekanntlich senkrecht auf dem Radius des Berührungspunktes. Nicht so ist es bei der Ellipse; hier halbirt eine Tangente TM den Winkel zwischen dem einen Radius vector FM und der geraden Verlängerung NM des andern. Eine einfache Construction der Ellipse ergibt sich auch, wenn man mit der halben großen Achse AC und der halben kleinen FC als Radien Hülfskreise beschreibt. Zieht man dann irgendeinen gemeinsamen Radius CDE, und von D aus eine Parallele mit der großen, von E aus eine solche mit der kleinen Achse, so ist der Durchschnittspunkt dieser Parallelen allemal ein Punkt der Ellipse. Auf diese Weise können eine genügende Anzahl Punkte derselben construirt werden. Die Gleichung, welche die analytische Geometrie für die Beziehung der Abscisse x und die Ordinate y jeden Punktes der Ellipse entwickelt, für den Fall, daß die halbe große Achse gleich a, die halbe kleine gleich b gesetzt und die Richtung der ersten zur Abscissenachse, die der letztern zur Ordinatenachse genommen wird, sodaß der Mittelpunkt C (Fig. 37) den Coordinatenanfang bildet (Mittelpunktsgleichung der Ellipse), ist: $a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2$.

Die Parabel (Fig. 40) hat die Eigenschaft, daß jeder Punkt derselben von einem bestimmten Punkte F, dem sogenannten Brennpunkte, und einer Geraden BC, der Directrix, denselben Abstand hat. Für jeden beliebig gewählten Punkt M derselben ist daher stets FM = CM. Dies gilt also auch für den Scheitelpunkt A, d. h. FA = BA, der Scheitel der Parabel liegt demnach in der Mitte zwischen der Directrix und dem Brennpunkte. Da BP offenbar auch gleich CM, so ergibt sich die Construction irgendeines Punktes M der Parabel, also der ganzen Parabel, wenn man auf der durch A und F gehenden Achse der Parabel senkrechte Ordinaten errichtet, z. B. PM, zunächst noch verlängert über M, dann die Linie BP in den Zirkel nimmt, in F einsetzt und die Ordinate über P in M durchschneidet, dann ist M ein Parabelpunkt. Man kann einen Parabelbogen auch construiren, wenn man in einem Rechteck die eine Seite BD (Fig. 41) in eine gerade Anzahl gleiche Theile theilt (z. B. 8) und die andere Seite ED in halb so viel, die erstern von der Mitte an mit 1, 2 u. s. w., die andern von oben mit I, II, u. s. w. bezeichnet, von 1, 2 u. s. w. Parallelen mit AC zieht und I, II u. s. w. mit A verbindet. Dann sind die Durchschnittspunkte der Verbindungslinie IA mit der Parallele 1 u. s. w. Punkte der Parabel. A ist der Scheitel derselben. Die durch F nach beiden Seiten gezogene Ordinate heißt der Parameter und ist das Vierfache von FA. Man bezeichnet ihn gewöhnlich mit p. Setzt man AP = x und PM = y, so ist die Gleichung der Parabel: $y = px$.

Die Hyperbel (Fig. 43) besteht, wie schon bemerkt, stets aus zwei zusammengehörigen Zweigen, deren Scheitel B und C um die Größe der Hauptachse BC voneinander abstehen. Von dieser Achse wird die Hyperbel geschnitten, von der durch den Mittelpunkt A gehenden Nebenachse EH nicht. Zieht man um die Endpunkte der Achsen ein Quadrat DGIK, so sind die verlängerten Diagonalen desselben, DI und GK die Asymptoten der Hyperbel. Zwischen diesen müssen, wie auch die Figur zeigt, die Hyperbeläste liegen. Ist das Rechteck DGIK wie in Fig. 43 ein Quadrat, so nennt man die Hyperbel eine gleichseitige. Die Abstände FA und F'A der Brennpunkte F und F' vom Mittelpunkte A sind gleich BE = DA. Die Entfernungen (Radii vectores) jedes Hyperbelpunktes von dem

Brennpunkte F und F′ haben immer denselben Unterschied BC. Macht man die Richtung der Hauptachse zur Abscissenachse, die der Nebenachse zur Ordinatenachse, so ist, wenn man AB = a und AE = b setzt, die Gleichung der Hyperbel: $a^2 y^2 - b^2 x^2 = a^2 b^2$.

II. Curven höherer Grade.

Von den krummen Linien höhern Grades mögen nur folgende erwähnt werden. 1) Die sogenannte Neil'sche Parabel (Taf. 2, Fig. 44). Nimmt man A als Coordinatenanfang und legt die Abscissenachse in die Richtung AB, so gehören zu jeder Abscisse, AB = x zwei Ordinaten BC = + y und DB = − y. Die Gleichung der Curven ist: $x^3 = ay^2$. In Fig. 44 ist a = 3 angenommen. 2) Die Cissoide (Fig. 45) erhält man, wenn man auf den Durchmesser AM eines Kreises in M eine Tangente, und von A aus bis zu letzterer beliebig viel Secanten durch den Kreis zieht. Trägt man dann die zwischen dem Kreise und der Tangente liegenden Stücke der Secanten von A aus auf dieselben auf, macht also z. B. AF = AG, AD = BC u. s. w., so sind F, D u. s. w. Punkte der Cissoide. Ihre Gleichung ist für den Coordinatenanfang A und Abscissenachse AM: $x(y^2 + x^2) - ay^2 = o$, wo a gleich dem Durchmesser AM ist. Die Neil'sche Parabel und Cissoide sind Linien dritten Grades. Noch mögen einige vierten Grades folgen, nämlich 3) die Conchoide (Fig. 46). Wenn von einer Geraden AB ein Punkt O irgendeinen Abstand OP = b hat, und man trägt auf der verlängerten OP irgendeine Größe a nach beiden Seiten von P aus ab, sodaß PR = PQ = a, zieht man dann von A aus Strahlen, welche die Gerade AB rechts und links von P in den Punkten 1, 2, 3 u. s. w. schneiden, und trägt dann auf diesen Strahlen von den Punkten 1, 2, 3 u. s. w. aus nach beiden Seiten die Größe a ab, so erhält man die Punkte der beiden Theile der Conchoide. 4) Die Lemniscate (Fig. 48). Man erhält sie, wenn man in einem rechtwinkeligen Achsenkreuze (DE = X-Achse, FG = Y-Achse) AB = AC gleich irgendeiner Größe e setzt und dann die Punkte M der Lemniscate so bestimmt, daß $BM \cdot CM = c^2$. Man findet für irgendeinen Werth BM leicht CM, wenn man AF = BM setzt, FC und darauf senkrecht CG zieht, dann ist AG = dem gesuchten CM. 5) Die Cardioide (Fig. 47). Man erhält sie, wenn man den Raum B 1 2 3 4 in eine bestimmte Anzahl (hier 4) gleiche Theile theilt, mit AB, A 1, A 2 u. s. w. Kreise zieht und jeden Halbkreis durch Radien in ebenso viel gleiche Theile theilt; dann sind die Durchschnittspunkte des Kreises 1 mit den Radien 1′ und 1″, die des Kreises 2 mit den Radien 2′ und 2″ Punkte der Cardioide.

III. Transscendente Linien.

Was unter transscendenten Linien zu verstehen ist, ist schon oben bemerkt worden. Hier sollen einige der wichtigsten angeführt werden. 1) Die logarithmische Linie (Taf. 2, Fig. 49). Ihre Gleichung ist, wenn AC die Abscissen-, AB die Ordinatenachse vorstellt: $y = m e^{\frac{x}{m}}$, wo e die Basis der natürlichen Logarithmen ist; sie kann auch geschrieben werden $x = m \log \frac{y}{m}$; daher der Name der Linie. Für x = o, also in A, ist die Ordinate y = m. Wenn die Abscissen − 2 A, − 1 A, A 1, A 2 u. s. w. in arithmetischer Progression zunehmen, nehmen die zugehörigen Ordinaten − 2 M − 1 M′ u. s. w. in geometrischer Progression zu. Die Abscissenachse ist nach der negativen Seite hin Asymptote für die Curve. 2) Die Kettenlinie (Fig. 50). Denkt man sich die logarithmische Linie um die Achse AB (Fig. 49 und 50) herumgedreht, und zieht man dann für irgendeinen Punkt 2 die gemeinschaftliche Ordinate 2 M M′ durch beide logarithmische Linien hindurch, so ist der in der Mitte von M M′ gelegene Punkt P allemal ein Punkt der Kettenlinie. Sie ist auf diese Weise leicht zu construiren. Eine von zwei Punkten frei herabhängende Kette oder ein Seil nimmt die Gestalt der Kettenlinie an. Ihre Gleichung ist: $y = \frac{1}{2} m \left(e^{\frac{x}{m}} + e^{\frac{-x}{m}} \right)$. 3) Die Cykloide. Rollt ein Kreis mit dem Radius 1 M (Fig. 51) ohne zu gleiten auf der Geraden AB, sodaß in der Lage 2 der Punkt M und M′ in der Lage 3 in M″ ankommt, so beschreibt dabei der Punkt M die periodisch sich immer wiederholende, gemeine Cykloide genannte Linie M M′ M″. Liegt der die Curve beschreibende Punkt des auf AB (Fig. 52) rollenden Kreises nicht auf dessen Peripherie, sondern innerhalb derselben in D, so beschreibt er dabei die ebenfalls periodische Curve I, I, I, I . . ., die sogenannte gedehnte Cykloide. Liegt er aber, während der Kreis mit dem Radius CE auf AB rollt, auf der Verlängerung des Radius in G, so beschreibt er die verkürzte Cykloide II, II, II, II . . . . Die Gleichung der Cykloide ist:

$$y = a. \arccos\left(\frac{a-y}{b}\right) - \sqrt{b^2 - b(a-y)^2}.$$

Für die gemeine Cykloide ist b = a, für die gedehnte b < a und für die verkürzte b > a. 4) Die Epicykloide. Rollt ein Kreis mit dem Radius A I (Fig. 53) auf einem andern mit dem Radius M I (= M 2), so beschreibt der Endpunkt des Radius des erstern die ebenfalls periodische gemeine Epicykloide I, 5, I, I . . . . . Ist in dem Kreise B (Fig. 53) der die Cykloide beschreibende Punkt II ein Punkt innerhalb der Kreisfläche, so beschreibt er beim Rollen die gedehnte Epicykloide II, II, II, und ist bei Kreis C der Punkt III ein mit dem rollenden Kreise zusammenhängender Punkt außerhalb seiner Fläche, so beschreibt er die verkürzte Epicykloide III, III, III. 5) Die Hypocykloide. Rollt man wie in Fig. 54 einen Kreis A an der Innenseite eines Kreises vom Radius M 5, so beschreibt ein Punkt seiner Peripherie die gemeine Hypocykloide I, 2, I, I, I. Liegt der beschreibende Punkt II eines mit A gleich großen gerollten Kreises innerhalb seiner Peripherie, so wird die von diesem Punkte beschriebene Linie II, II, II eine gedehnte Hypocykloide genannt, während, wenn ein außerhalb des rollenden Kreises C liegender, mit ihm verbundener Punkt III, die Curve III, III, III beschreibt, diese eine verkürzte Hypocykloide genannt wird. Die Gleichungen der gemeinen, gedehnten und verkürzten Epi- und Hypocykloiden sind nicht so einfach, als die der Cykloide. 6) Die archimedische Spirale (Fig. 55). Denkt man sich, daß auf einer Geraden ein Punkt von A aus immer weiter gleichmäßig fortschreitet, sodaß er allmählich durch die Lagen 1, 2, 3, . . . 8 und beliebig weit darüber hinausgeht, denkt man sich aber zugleich, daß sich die Gerade währenddem um den Punkt A dreht, und zwar in der Zeit, während welcher der Punkt von A bis 4 rückt, ein volles Mal herum, so wird der fortrückende Punkt nach einer Viertelumdrehung in 1′, nach einer halben in 2′ u. s. w. ankommen, sodaß er jetzt nicht mehr eine Gerade A 8, sondern eine in unzähligen Windungen (in der Fig. 55 in nur zwei) um den Punkt A herumlaufende Curve beschreibt. Eine solche Curve heißt eine Spirale, und zwar die in der angegebenen Weise entstandene, die archimedische

Spirale. Bezeichnet man den Radius vector irgendeines Punktes derselben mit t, den Drehungswinkel desselben gegen A 8 mit u, und die Größe A 1 = A 1′ mit r, so ist die sehr einfache Gleichung dieser Spirale in Polarcoordinaten: u = rt.

Von all den zahlreichen Beziehungen an diesen Formen, den Tangenten, Normalen, Krümmungshalbmessern, Abwickelungslinien (Evoluten) u. s. w. derselben hier zu reden, würde weit über den engen Rahmen, der hier einzuhalten ist, hinausreichen, auch die Betrachtungen, welche die analytische Geometrie über die Formen im Raume anstellt, über die Curven doppelter Krümmung, über die verschiedenen Arten von Flächen, Umdrehungsflächen, windschiefen Flächen u. s. w., würden ohne tieferes Eingehen unverständlich bleiben, müssen daher hier übergangen werden. Dagegen sollen die wichtigsten Anwendungen der Geometrie, als die darstellende Geometrie, die Geodäsie und, ein wichtiger Zweig derselben, die Chorographie in ihren Grundzügen im Folgenden besprochen werden.

Darstellende Geometrie.

Will man räumliche Gebilde von drei Dimensionen (Länge, Breite, Höhe) nicht durch wirklich körperliche Modelle, sondern durch Zeichen auf einer Ebene darstellen, so stellt sich dem zunächst das Hinderniß entgegen, daß die Ebene nur zwei Dimensionen hat, Länge und Breite. Es lassen sich aber dennoch Methoden finden, auch in der Ebene, sowie auch auf andern Flächen ein deutliches Bild der dritten Dimension der körperlichen Objecte zu geben. Die Gesammtheit dieser Methoden heißt die darstellende oder descriptive Geometrie. Dieselbe bedient sich als unentbehrlichen Hülfsmittels der Projectionen. Läßt man nämlich von den Punkten eines Objects nach einer Zeichnungsebene (der Projectionsebene) gerade Linien gehen, die einem bestimmten Richtungsgesetze gegeneinander folgen (Projectionsstrahlen), so nennt man die Fußpunkte dieser Strahlen die Projectionen der Punkte. Laufen die Projectionsstrahlen alle parallel, so nennt man die Projectionsart Parallelprojection, laufen sie aber alle durch einen festen Punkt (Projectionscentrum), in den man gewöhnlich das Auge versetzt denkt, so hat man die Centralprojection oder Perspective.

I. Parallelprojection.

Hier können nur die einfachern Fälle erörtert werden, wenn nämlich die parallelen Strahlen auch senkrecht gegen die Projectionsebene stehen, die sogenannte rechtwinkelige oder orthogonale Projection. Den Fall, wo die parallelen Projectionsstrahlen schief gegen die Projectionsebene stehen, nennt man schiefe Projection. Um die Lage und Gestalt eines zu zeichnenden Objects genau zu bestimmen, projicirt man es gewöhnlich auf zwei Ebenen, eine horizontale a b (Taf. 3, Fig. 1) und eine verticale b c, zuweilen auch noch auf eine Seitenebene. Die horizontale Projection heißt auch kurz Grundriß, die verticale Aufriß. In Fig. 1 ist für einen Punkt d im Raume f der Grundriß, e der Aufriß. Der durch b g gehende Schnitt beider Ebenen ist die Basis der Projection. In Fig. 2 ist für eine Gerade d e der Grundriß k l, der Aufriß f g. In Fig. 3 ist e f g h der Aufriß, i k m l der Grundriß einer Ebene a b c d. Ebenso ist in Fig. 4 c d der Aufriß, e f der Grundriß des Parallelepipedons a b. Um beide Risse auf eine Ebene verzeichnen zu können, denkt man sich (Fig. 5) die Grundrißebene a b um die Basis herabgedreht in die Lage b e; dann kommt die horizontale Projection g des Punktes d in die Lage h senkrecht unter seine verticale Projection f zu liegen. Ist in Fig. 6 a′ b‴ über der Basis der Aufriß einer verticalen Linie, so ist a′ unter der Basis deren Grundriß. Denkt man sich diese Linie unter verschiedenen Winkeln (z. B. 30°, 60° und 90°) nach vorn geneigt, so sind ihre Auf- und Grundrisse b‴, b″, b′. Man erhält diese Risse durch die in der Figur ausgeführte seitliche Wendung der Drehungsebene. Ganz ähnlich verfährt man, wenn, wie in Fig. 7, eine verticale allmählich nach vorn gedrehte Gerade in verschiedenen Momenten der Drehung projicirt werden soll. Man denkt sich dann die Drehungsebene auch in die Aufrißebene gelegt. Die Buchstaben haben ganz die analoge Bedeutung wie in Fig. 6. Will man umgekehrt aus den beiden Projectionen einer Geraden die Winkel finden, unter welchen dieselbe gegen die beiden Projectionsebenen geneigt ist, so hat man, wenn a′ b′ und a″ b″ (Fig. 8) ihr Grund- und Aufriß sind, den erstern nach a′ d, den andern nach a″ c herumzulegen und von c und d Lothe zu fällen nach den mit der Basis Parallelen b″ d″ und b′ c′, dann ist H der gesuchte Winkel mit der horizontalen, V der mit der verticalen Ebene.

Die Construction der Projectionen irgendeiner im Raume in beliebiger Lage befindlichen ebenen Figur ist aus Fig. 9 und 10 ersichtlich, in Fig. 9 für ein Fünfeck, in Fig. 10 für einen Kreis. Denkt man sich ein in der Grundrißebene liegendes Fünfeck a b c d e um die Seite a b als Achse gedreht und seine Projectionen für die Lage von 45° und 90° verzeichnet, so entsprechen die mit einem Strich versehenen Buchstaben der erstern, die mit zwei Strichen der letztern Lage. Die Projectionen krummer Linien erhält man, wenn man die Projectionen einer beliebigen Anzahl von Punkten derselben sucht und diese dann verbindet. So ist z. B. der in der Horizontalebene (Fig. 10) liegende Kreis mit dem Durchmesser a b in 8 Theile getheilt, und von diesen 8 Punkten die Projectionen construirt, welche sich ergeben, wenn man den Kreis um eine an den Durchmesser gezogene Tangente in 45° und 90° Erhebung gedreht denkt. Die Construction und Buchstabenbezeichnung ist ganz analog der in Fig. 9.

Als Beispiel für die Projectionen von Körpergebilden mag eine sechsseitige Pyramide (Fig. 11) und ein Cylinder (Fig. 12) dienen. Bei der Pyramide stellt a b c d e f g Auf- und Grundriß in gerader Stellung, a′ d′ g′ in geneigter Stellung und a″ d″ g″ in geneigter und verwendeter Stellung dar. Dieselbe Bedeutung haben die ungestrichenen, ein- und zweigestrichenen Buchstaben beim Cylinder (Fig. 12).

Der Durchschnitt von Linien und Ebenen mit den Projectionsebenen und unter sich verdient besondere Betrachtung in Bezug auf seine Darstellung durch Projection. Eine Gerade, welche die beiden Projectionsebenen in a und b durchdringt (Fig. 13 und 15), projicirt sich durch die Lothe aa′ und bb′, nach ba′ und ab′. In Fig. 14 und 16 ist dies für den zum Zeichnen nothwendigen Fall ausgeführt, daß, wie in Fig. 5, die Horizontalebene heruntergeklappt und mit der Verticalebene zusammenfallend gedacht wird.

Werden die beiden Projectionsebenen von einer dritten beliebig schrägen Ebene m n (Fig. 17) geschnitten, so ist a b (Fig. 17 und 18) der Durchschnitt der letztern mit der verticalen, a c (Fig. 17 und 18) mit der horizontalen. Diese beiden Durchschnitte nennt man die Spuren oder Tracen einer Ebene. Durch dieselben ist die Lage der Ebene vollständig bestimmt. Von hierherbezüglichen Aufgaben nur folgende. Ein Dreieck a b c ist in seinem Aufrisse a′ b′ c′ (Fig. 19)

und Grundrisse a″b″c″ gegeben. Es ist der Durchschnitt seiner verlängerten Ebene mit den Projectionsebenen zu bestimmen. Verlängert man die Projectionen zweier Seiten, etwa ab und bc, bis zum Durchschnitte mit der Projectionsbasis, und errichtet auf den Durchschnittspunkten d′, g″, f′, e″ Lothe, bis sie die zugehörigen andern Projectionen in d″, g′, f″, e′ schneiden, so sind durch diese letztern vier Punkte die beiden Spuren der verlängerten Dreiecksebene bestimmt. Solche Spuren müssen sich immer in einem Punkte (m) der Projectionsbasis schneiden.

Zu zwei Ebenen seien die Projectionen ihrer Durchschnittskante zu suchen. Die Spuren der einen seien ab und ac (Fig. 20), die der andern db und dc. Fällt man die Lothe be und cf, so sind ce und bf Grund- und Aufriß des Durchschnittes beider Ebenen. Von zwei ebenen Figuren, die sich durchdringen, z. B. von zwei Dreiecken (Fig. 21) sei die Durchdringungskante zu construiren. Eine horizontale Hülfsebene durch eine Ecke (m′, m) des einen Dreiecks gibt als Aufrisse ihrer Durchschnitte mit den beiden (beziehentlich verlängerten) Dreiecksebenen o′m′ und p′q′ daraus deren Grundrisse om und pq. Deren Durchschnitt x (und x′) ist ein Punkt der Durchschnittskante beider Dreiecke. Der zweite zur Bestimmung der Richtung derselben nöthige Punkt findet sich durch eine zweite durch die Ecke c, c gelegte horizontale Ebene, als deren Durchschnitte mit den Dreiecksebenen im Aufrisse c′y′ und g′y′, im Grundrisse cy und gy sich ergeben. Will man den Durchschnitt einer Ebene mit einem Körper construiren, so verfährt man wie in Fig. 22 für den Durchschnitt einer Kugel (deren Risse hier wie stets Kreise sind) mit einer Ebene, deren verticale Spur mn ist. Die Verticalprojection abcd der Schnittfigur ergibt deren Grundriß a″b″c″d″. Die Durchdringung von Körpern (Fig. 23 und 24) läßt sich in ähnlicher Weise darstellen. Fig. 23 stellt die Durchdringung einer Kugel durch ein sechsseitiges Prisma dar. Verlängert man im Grundrisse die Seiten des Prisma bis ab und ef, so ergeben sich daraus im Aufrisse die Durchschnittskreise a′d′b′c′ und e′h′f′g′. Fig. 24 stellt die Durchdringung eines Cylinders und eines Kegels dar. Aus den gegebenen Rissen der Kegel a bc und a″b″c″, und den Hülfslinien 1, 2, 3, 4, 5, sowie den Rissen des Cylinders defg und d″f′g″, und der seitlichen, mit den Cylinderendflächen parallelen Hülfsprojection a′b′c′ lassen sich leicht die Punkte q, q″ der Schnittlinie, sowie jeder andere Punkt derselben construiren.

Für die Lösung von Aufgaben, die Berührung von geraden Linien mit Körpern betreffend, mag die Berührung einer durch einen festen Punkt (aa′ in Fig. 25) gehenden Geraden mit einer Kugel dienen. Denkt man die Linie berührend um den Kreis herumgeführt, so beschreibt sie einen die Kugel umhüllenden und in einem Kreise berührenden Kegelmantel. Die Projectionen dieses Berührungskreises sollen gesucht werden. Man drehe daher Linie und Kugel um letzterer verticalen Durchmesser, bis die Linie parallel mit der Verticalebene liegt und sich in cd, c′d′ projicirt. Dann ist c′e′f′ der Aufriß des umhüllenden Kegels und e′f der des Berührungskreises; daraus findet man leicht den elliptischen Grundriß desselben, sowie den ebenfalls elliptischen Aufriß für die Lage ab, a′b′ der Kegelachse.

Schattenconstructionen.

Man unterscheidet **Körperschatten**, das sind die vom Lichte nicht beschienenen Stellen eines Körpers, und **Schlagschatten**, das sind diejenigen Theile der Oberflächen benachbarter Körper, auf welche zu scheinen das Licht durch einen Körper behindert wird. Die Construction beider Arten von Schatten mag durch folgende Beispiele erläutert werden. Fig. 26 (Taf. 3) stellt Grund- und Aufriß eines Cylinders dar. Durch die Projectionen c′d′ und c″d″ ist die Richtung der auffallenden parallelen Lichtstrahlen gegeben. Zieht man im Grundrisse parallel mit c′d′ Tangenten an den Kreis, so bestimmen die Berührungspunkte 1′ und 3′ die Schattengrenzen, von denen im Aufrisse nur die 1′ entsprechende 1″ sichtbar ist, die andere hinten liegt. Die auf c′d′ senkrechten Tangenten bestimmen in 4′ und 4″ die Mitte des beleuchteten, in 2′ und 2″ die Mitte des dunkeln, im Aufrisse nicht sichtbaren Theils.

Für die Schlagschattenconstruction mag der Schlagschatten eines Pentagondodekaeders (Fig. 27) dienen, auf welches das Licht von links oben und vorn unter 45° gegen die Projectionsebenen geneigt in parallelen Strahlen auffällt. Den Schatten b′ irgendeiner Ecke (a′a″) findet man, wenn man a″b″ parallel mit der Projection der Lichtrichtung zieht, auf b″ ein Loth errichtet und von e′ mit der Horizontalprojection der Lichtrichtung parallel eine Linie zieht, bis sie in b′ das Loth auf b″ durchschneidet. Durch ähnliche Behandlung der übrigen auf der Lichtgrenze liegenden Ecken findet man die ganze Begrenzung des auf einer horizontalen Ebene erzeugten Schlagschattens des Pentagondodekaeders oder eines andern Körpers.

Wenn, wie z. B. für die Construction von Fig. 28 geschehen (die Bedeutung der einzelnen Theile dieser Figur wird bei der Centralprojection erörtert werden), die rechtwinkelige Projection auf eine Ebene geschieht, welche gegen die drei (durch die Hauptdimensionen des Objects bedingten) Coordinationsebenen unter spitzen Winkeln geneigt ist, nennt man sie **axonometrisch**, und zwar wenn die Projectionsebene gegen alle drei Coordinatenebenen gleich geneigt ist, **isometrisch**, wenn sie nur gegen zwei gleich geneigt ist, **dimetrisch**, und bei ungleicher Neigung gegen alle drei, **trimetrisch**. Ein tieferes Eingehen auf diesen Punkt würde die engen Grenzen dieser Uebersicht überschreiten.

II. Centrale Projection.

Bei der centralen Projection oder Perspective (auch Linearperspective) gehen die projicirenden Strahlen alle von einem Punkte aus, in welchen sich stets das Auge des das Bild Betrachtenden versetzen muß. Zur Verdeutlichung einiger Grundbegriffe der Perspective mag Fig. 28 (Taf. 3) dienen. Ist O der **Gesichtspunkt** und **bild** die Projections- oder **Bildebene**, so ist das Loth OP die **Hauptgesichtslinie** (auch **Abstand** oder **Distanz**), P der **Hauptpunkt**, hr der **Horizont**. gucw nennt man die **Grundebene**, das Loth Os die **Standlinie** (Höhe des Auges), s den **Standpunkt** und caug die **Standebene**. Der Durchschnitt dl der Bild- und Grundebene heißt **Grundlinie**. Die Ebene kxys heißt die **Verticalebene**, die Linie vp die **Verticale** und p der **Grundpunkt**. Die Punkte D und D′, welche um die Entfernung OP vom Hauptpunkte P abstehen, sind die **Distanzpunkte** oder **herabgeschlagenen Gesichtspunkte**.

Es gibt für die perspectivische Entwerfung eines Bildes vorzüglich zwei Methoden, die **Grundrißmethode** und **Methode der freien Perspective** oder **Verschwindungspunktsmethode**. Das Wesen derselben soll im Folgenden an einigen Beispielen erläutert werden. Von einem System unter sich paralleler Linien sagt man nämlich, daß sie sich in der

Unendlichkeit erst durchschneiden. Den Punkt in der Unendlichkeit kann man als Schnittpunkt irgendeines Systems paralleler Linien betrachten. Nach der perspectivischen Projection dieses Punktes hin müssen auf der Bildfläche die Projectionen der betreffenden Parallelen zusammenlaufen. Daher heißt er ihr Verschwindungspunkt. Die Perspectiven der Verschwindungspunkte horizontaler Linien liegen im Horizonte (hr, Fig. 28), deshalb sind sich alle in ein und demselben Punkte des Horizontes einer perspectivischen Zeichnung verschwindende Linien, wie z. B. die im Punkte M (Fig. 29) verschwindende wM, uM u. s. w., perspectivisch parallel und horizontal. Die Perspectiven lothrechter Linien, wie aa′, cc′ u. s. w. (Fig. 29) stehen lothrecht auf dem Horizonte (nPM). Da wegen des perspectivischen Parallelismus der Linien wM und uM die Strecken wu, 01, xs, auch mit dem Horizonte parallelen Linien perspectivisch gleich sind, so kann man einen auf der Grundlinie gl in Fußen oder Metern aufgetragenen Maßstab 0, 1, 2, 3 leicht nach irgendeiner andern, mit dem Horizonte parallelen, näher oder entfernter als die Grundlinie gelegenen Richtung xy oder wz transportiren, wenn man durch die Punkte 0, 1, 2, 3 nach irgendeinem Punkte M des Horizontes Linien zieht. Es sind dann xsrt und wuqv die verlangten perspectivisch gleichen Maßstäbe. Soll daher in der Linie ez eine dem verjüngten Maßstabe 0, 1, 2, 3 entsprechende Größe von 2 Metern aufgetragen werden, so mache man ea = wq und ebenso in der Lage fy die Länge fc = xr, in der Grundlinie selbst hi = 02. Ebenso kann man für die verschiedenen Entfernungen vom Horizonte den Maßstab für lothrechte Linien finden. Will man z. B. in a oder c Lothe von ein Meter Höhe errichten, so mache man auf den Lothen aa′ und cc′ das Stück ab = wu und cd = xs. Ueberhaupt werden alle Lothe zwischen an und bn perspectivisch gleich sein. Ein Punkt wie M heißt seiner besprochenen Anwendung zur Theilung horizontaler paralleler Linien wegen der Theilpunkt derselben. Jeder Punkt des Horizontes kann für solche Linien Theilpunkt sein.

Gehen von einem Punkte A im Raume, dessen perspectivische Projection a (Fig. 30) ist, zwei zu einander normale Linien aus, die mit der Bildebene irgend bestimmte Winkel z. B. von 35° und 55° machen, so trägt man diese Winkel, wenn O Gesichtspunkt und P Hauptpunkt ist, bei O an eine zum Horizonte Parallele sl so an, daß sOY = 35° und OZ = 55° wird, dann sind OY und OZ die sogenannten Parallelstrahlen der beiden Normalen und Y und Z ihre Verschwindungs- oder Fluchtpunkte. Die Theilpunkte ihrer perspectivischen Projectionen az und aY (jede hat deren zwei) findet man, wenn man auf dem Horizonte von Z aus den Parallelstrahl OZ nach tz (= Theilpunkt zu Z) und t′z, und von Y aus OX nach ty und t′y (letzteres auf der Verlängerung des Horizontes) überträgt. Als ein Beispiel für obige Auseinandersetzungen möge zunächst die Construction der Perspective eines aus quadratischen Steinplatten bestehenden Fußbodens dienen. Fig. 31 stellt unter ABCE einen Grundriß desselben dar. QR gibt die Stellung der Bildebene an. Durch O und P sind die Orte für Gesichts- und Hauptpunkt gegeben. Der Abstand OP betrage 18 Fuß. Das Auge befinde sich 6 Fuß über dem Fußboden. Die Perspective soll in doppeltem Maßstabe construirt werden. Man zeichne zuerst den Horizont (Fig. 32), nehme darin beliebig den Hauptpunkt P, rechts davon in 18 Fuß Entfernung (nach dem beigefügten Maßstabe) den Distanzpunkt D, 6 Fuß unter dem Horizonte der Grundlinie gl, dann durch P die Verticale Pp (O). Den herabgeschlagenen Punkt O selbst braucht man hier nicht. Auf gl werden von p aus in doppeltem Maßstabe die Punkte N, M u. s. w. in n, m u. s. w. notirt. Zieht man durch diese Punkte nach P Linien, so geben diese die Richtungen ab u. s. w. der mit AB parallelen Steinfugen. Die mit der Grundlinie und AE parallelen erhält man, wenn man bedenkt, daß die Diagonale AC beide Systeme in A, V, W, X, C schneidet. Trägt man daher die doppelte Entfernung PK von p nach k auf, und zieht durch diesen Punkt und D eine Linie, so geben deren Schnitte a, v, w, x, c mit den nach P laufenden Strahlen die Lage der Fugen ae u. s. w. an. Man kann auch zu diesem Zwecke die Größen FS, FE u. s. w. doppelt so groß von F aus auftragen und durch sie von D Linien bis zum Schnitte mit der Linie eP ziehen, oder wenn D zu weit außer der Bildfläche läge, von der halben Entfernung $D/_2$ aus Linien durch die von n aus nicht verdoppelt auf gl aufgetragenen Entfernungen NY, NA u. s. w.

Als zweites Beispiel mögen zwei Parallelepipeda dienen, das eine liegend, das andere stehend. In Fig. 33 sind die geometrischen Grundrisse gegeben, ABCL ist der des liegenden, FGHI der des stehenden. Die Seite der Grundflächenquadrate soll 5 Fuß, die Länge der Körper 12 Fuß betragen. Y (Z) gibt die Stellung der Bildebene an. 24 Fuß vom Hauptpunkte P derselben ist der Gesichtspunkt O. Das Auge soll 9 Fuß über der Grundebene sein. Hierzu sollen nun die Perspectiven im doppelten Maßstabe construirt werden. Es mag die Bildebene, wie in Fig. 34 angedeutet, so beschränkt sein, daß die Distanzpunkte D und zum Theil auch die Theilpunkte t nicht darauf verzeichnet werden können. Zunächst gebe man den Horizont an mit dem Hauptpunkte P, und 9 Fuß darunter durch p die Grundlinie. Dann trägt man auf letzterer pn, pv doppelt so groß als PN, PV (Fig. 33) auf; ebenso ps. Durch $s/_8$ und $D/_8$ findet man i, hieraus g, h und f. Auf v errichtet man die Höhe des Prisma, vv′ schneidet durch Pv′ die Kanten ff′ und gg′ ab und bestimmt dadurch die obere Grundfläche. Für die Perspective des liegenden Prisma (ABCL im Grundriß, Fig. 33) ist zunächst die Perspective a des Punktes A durch die $^1/_8$-Distanz construirt, die Kanten ab und al durch die $^1/_6$-Distanz (des Raumes wegen nach oben getragen) $PO/_6$. Diese Andeutungen mögen zur Verfolgung der Construction genügen. — Der Aufriß (Fig. 35) und der Grundriß (Fig. 36) eines Monumentes sei gegeben. Durch die Achse A und den Hauptpunkt P geht die Bildebene. 21 Fuß davon ist der Gesichtspunkt O, das Auge in 7 Fuß Höhe. Die Grundflächen aller Theile sind Quadrate, die im Aufrisse durch besondere Buchstaben (B, C u. s. w.), und deren vier Ecken im Grundrisse noch durch 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind. Die Parallelstrahlen (OY, OZ) bilden die im Grundriß angegebenen Winkel. In P (Fig. 37) ist der Hauptpunkt, durch den 7 Fuß tiefer gelegenen Punkt p geht die Grundlinie. Es ist bequem, sich hier einen perspectivischen Hülfsgrundriß (b^{10}, L^{20} u. s. w.) in einer (hier etwa $5^1/_2$ Fuß) tiefer gelegenen Hülfsgrundebene zu construiren. Es sind auf den wesentlichen Punkten des Grundrisses Lothe zu errichten, die nöthigen Höhen auf der Achse aa aufzutragen und dann durch den Diagonalpunkt dg, sowie $y/_8$ u. s. w. die Construction zu vollenden.

Als weiteres Beispiel möge folgendes dienen. Fig. 38 ist der Grundriß eines der potsdamer Thorgebäude in Berlin. Aufriß und Höhenmaße sind

aus der perspectivischen Construction (Fig. 39) erkennbar. Für beide sind die Maßstäbe beigefügt. Die Höhe des Auges soll 6 Fuß, die Distanz OP des Gesichtspunktes 75 Fuß sein. Die Buchstaben im Grundrisse und der Construction entsprechen einander wie in den vorigen Beispielen, und die Bezeichnung der Verschwindungspunkte, Theilpunkte, Diagonalpunkte ist die nämliche wie früher. Es soll nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß hier auch ein perspectivischer Hülfsgrundriß angewendet ist.

Für die Perspective von durch krumme Linien und gekrümmte Ebenen gebildeten Gestalten mag die perspectivische Construction eines Kreises, eines Kegels und eines Gewölbes dienen. Geht die Bildebene durch den Durchmesser II, IV (Fig. 40) des Kreises, so construirt man zunächst die Perspective des ihn in I, II, III, IV tangirenden Quadrats F, G, H, I. Die Seiten desselben if und gh (Fig. 42) laufen im Hauptpunkte P zusammen. Die beiden andern laufen parallel der Grundlinie und gehen durch die, mit Hülfe von aD bestimmten Punkte f und g. Noch vier andere Punkte (V, VI, VII, VIII, in der Construction 5, 6, 7, 8) findet man, indem man von dem Punkte Q (q^b in dem der Deutlichkeit wegen vergrößerten Quadranten Fig. 41) die Perspective q bestimmt, und durch die Linie Pqw die Punkte 5 und 8 ermittelt, in ähnlicher Weise auch 6 und 7. Die Perspectiven us, tr, rs, tu der Tangenten US, TR, RS, TU laufen nach den Distanzpunkten D. — In Fig. 43 ist durch KGL der Aufriß eines geraden Kegels gegeben, ka in Fig. 44 ist die Perspective seiner Achse KA. P ist hierzu der Hauptpunkt OP = PD = PD′ die Distanz. Die Bildebene soll durch die Achse ka gehen. Man ziehe in der Bildebene den Durchmesser lg der Grundfläche, construire die elliptische Perspective lhgi derselben mittels des einschließenden Quadrats und dessen Diagonalen, und ziehe die als Umrisse auftretenden Kegelseiten als Tangenten von k an die Grundfläche.

Als ferneres Beispiel für perspectivische Darstellung krummer Flächen und Linien diene ein durch zwei sich kreuzende, verschieden gekrümmte Gewölbscylinder gebildeter Gewölbsraum (Fig. 45). In $a^\circ b^\circ c^\circ d^\circ$ ist der perspectivische Grundriß der beiden sich kreuzenden Cylinder dargestellt. Die mit der Bildebene zusammenfallende Wölbungslinie des einen ist aceb. Der andere hat nur die halbe Spannung. Zieht man vom Scheitel i und einem beliebigen Punkte e Lothe nach i° und e°, zieht von i und e, sowie von i° und e° Linien nach P und errichtet da, wo die letztern in m°, h°, l° die Diagonalen des Grundrisses schneiden, Lothe bis zum Durchschnitt mit iP und eP in m (dem Durchschnitte der Gratbogen), h und l (andern so gefundenen Punkten der Gratbogen). Die Construction der Gurtbogen ng und kr ist nun leicht ersichtlich.

Construction der Perspectiven der Schattengrenzen.

Wenn ein Körper von einer Seite beleuchtet wird, so werden immer gewisse Theile seiner Oberfläche kein Licht erhalten. Diese mangelnde Beleuchtung gewisser Seiten heißt der Körper- oder Objectschatten. Seine Construction läuft auf die Construction der Schattengrenzen hinaus. Der Raum hinter einem Körper, welcher ebenfalls kein Licht erhält, heißt sein Schlagschatten. Im Raume selbst kann man diesen nicht wahrnehmen, vielmehr erst dann, wenn er durch eine Fläche aufgefangen wird. Die Grenzen des Schlagschattens auf derselben sind Projectionen der Körperschattengrenzen und werden zugleich mit diesen construirt.

In Betreff der Lichtquellen kann man unterscheiden solche mit parallelen Strahlen, wie Sonne und Mond, solche mit divergirenden Strahlen, wie die künstlichen Lichtquellen (Flammen u. s. w.), und solche mit convergirenden Strahlen, wie das von allen Seiten kommende Tageslicht, bei bedeckter Sonne. Hier mag nur ein Beispiel für von einem Punkte (L in Fig. 46) divergirend ausgehende Lichtstrahlen angeführt werden, welche auf eine Kugel, einen liegenden Cylinder, einen stehenden, gespaltenen Cylinder und einen Kegel fallen. P ist der Hauptpunkt, PD die halbe Distanz. Der Fußpunkt der in L befindlichen Kerzenflamme auf der obern Cylinderfläche sei F^1, der auf der Grundebene F und auf der Wandfläche F^2. Die Construction der Körper- und Schlagschattengrenzen geschieht im allgemeinen so, daß mehrere durch die Lichtachse LF und die Körper gehende lothrechte Lichtebenen angenommen, deren Schnittlinien mit den Oberflächen der Körper gesucht und vom Lichtpunkte aus tangirende Strahlen an die Schnittlinie gezogen werden. Die Berührungspunkte derselben sind dann Punkte der Objectschattengrenzen, und ihre Schnittpunkte mit den Schnittlinien Punkte der Schlagschattengrenzen. In der Figur sind zwei solcher Lichtebenen benutzt, deren Schnittlinien wFt und yFs durch alle Körper zugleich gehen. Noch andere Lichtebenen sind angewandt, um Schlagschattenpunkte der obern Grundfläche des stehenden Cylinders auf der Grundebene, dem Kegel und dem liegenden Cylinder zu finden. Die Details der Construction ergeben sich aus dem Gesagten bei Betrachtung der Figur.

Geodäsie.

Eine andere wichtige Anwendung der Geometrie, und allerdings auch der mathematischen Analysis überhaupt, bildet die Geodäsie, als diejenige Wissenschaft, welche die Erdoberfläche oder beliebige Theile derselben ausmessen und durch Zeichnung darstellen lehrt. Die Geodäsie zerfällt im allgemeinen, je nachdem man nur sehr kleine Theile der Erdoberfläche der Messung unterwirft, oder größere, ganze Länder, Erdtheile und noch mehr umfassende aufnimmt und dabei Rücksicht auf die kugelförmige oder eigentlich nur kugelähnliche (sphäroidische) Gestalt der Erde Rücksicht zu nehmen hat, in die niedere Geodäsie oder Feldmeßkunst und die höhere oder Landmeßkunst. Von beiden soll das Wichtigste hier erwähnt werden.

Vor allem sind die geodätischen Instrumente zu beschreiben, dann die Methoden des Messens und Aufnehmens, und drittens die Art und Weise der Darstellung der Aufnahmen durch Zeichnung. Diese letztere zerfällt wieder, je nachdem Objecte der niedern oder höhern Geodäsie dargestellt werden sollen, in die Topographie (Situationszeichnen) und die Chorographie (Landkartenconstruction). Beide bedienen sich im wesentlichen der von der darstellenden Geometrie gegebenen Projectionsmethoden.

I. Instrumentenkunde.

1) Instrumente zur Bezeichnung von Punkten auf dem Felde. Die einfachsten sind die Absteckstäbe (Jalons, Baken), mäßig starke, mit eisenbeschlagener Spitze versehene Stäbe, die der weitern Sichtbarkeit wegen in abwechselnden, fuß- oder viertelmeterlangen Strecken weiß und roth oder weiß und schwarz angestrichen sind (Taf. 4, Fig. 1). Für größere Entfernungen braucht man Signalstäbe, die mit einer Scheibe (Fig. 2) oder mit einer Flagge (Fig. 3) versehen sind. Die Zeichenstäbe von Eisen (Fig. 4 u. 5), die gemeinsam an einem Ringe auf-

wahrt werden, steckt ein Gehülfe beim Messen mit r Kette, jedesmal wenn ein Kettenstab aus der Erde zogen wird, an die Stelle und ein anderer sammelt zur Controle ein.

2) Instrumente zur Distanzmessung. Hier zunächst der Distanzmesser auf unebenem oden zu erwähnen, dessen Beschaffenheit und An- ndung aus Fig. 6 ersichtlich. In Fig. 7 sind Paar, meist eine Ruthe lange Meßstäbe darge- llt, welche an den Enden mit rechtwinkelig zuein- dergekehrten Metallkanten beschlagen sind, damit genau aneinandergeschoben werden können. Zu n gewöhnlichen Zwecken braucht man zum Messen ne gefirnißte Schnur oder eine Kette mit fußlangen liedern; in Fig. 8 ist das Mittelstück, in Fig. 9 das nde einer Meßkette dargestellt. Man steckt die bei- n Endringe R über Kettenstäbe (Fig. 10), an denen auf dem Querstücke ab liegen bleiben, und spannt auf diese Weise aus. Bei manchen Messungen von rößerer Schärfe braucht man neben dem getheilten Maßstabe noch einen kleinern Hülfsmaßstab, Nonius Fig. 11). Will man einen kleinsten Theil des Maß- abes noch in Zehntel theilen, so theilt man einen Raum, der gleich neun solcher Theile auf dem Nonius, in zehn. Dann gibt das Zusammenfallen des so- und zweiten Noniusstriches mit einem Hauptmaßstabtheile an, wie viel Zehntel über einen ganzen Theil noch zu nehmen sind.

3) Instrumente zum Abstecken bestimmter Winkel. Oft hat der Geometer auf dem Felde auf eine Richtung Lothe zu fällen oder solche zu errichten. Dazu bedient er sich am einfachsten des Winkel- kreuzes (Fig. 12). Mit der Hülse H wird es senk- recht auf ein Stativ S gesteckt. Visirt man die Stifte a und b in der gegebenen Richtung ein, so gibt die Linie cd die darauf senkrechte Richtung. Die Visuren ab und ad schließen einen Winkel von 45° ein. Bringt man noch einen Stift e so an, daß Winkel oae = 30° ist, so kann man durch die Visuren ao und ae 30°, ae und cd 60°, durch ac und oe 75° abstecken. Ebenfalls zur Absteckung rechter Winkel dient die Winkeltrommel (Fig. 13), der Winkelspiegel (Fig. 14) und das Prismenkreuz von Bauernfeind (Fig. 15 u. 16). Die Winkeltrommel wird ebenfalls mit der Hülse E senkrecht auf ein Stativ gesteckt. Der Messingcylinder ABCD enthält mehrere Spalten, sogenannte Dioptern, von denen in der Figur nur a, d, f sichtbar sind. a, c und f sind enge (Fadendiopter), b und d sind weite Spalten mit einem feinen Haar zum Anvisiren (Objectivdiopter). Gegenüber steht immer eine weite Spalte diametral darüber. Der Winkelspiegel und das Prismenkreuz sind nicht zum Stativ, sondern zum Frei- gebrauch. Der erstere (Fig. 14) trägt in einem Kasten pq offenen Messinggehäuse, zwei ebene Glas- spiegel a und b, die einen Winkel von 45° bilden. Sieht man im Standpunkte A die Oeffnung mnpq einem seitlichen Object B und blickt an der Kante des Spiegels, so sieht man in ihm durch doppelte Spie- gelung von b aus das Object B in einer auf AB senkrechten Richtung BC und kann dann zugleich durch die Oeffnung c diese Richtung durch Deckung des Bildes von B sich deckenden Stab mar- kiren. Das Prismenkreuz (Fig. 15) enthält eine mit Handgriff versehenen Messinghülse ABCD, die ganz, an den Seiten zum Theil offen ist, rechtwinkelige Prismen P und P', deren Lage aus dem Querschnitt in Fig. 16 besser ersichtlich ist. Durch die Kathetenseiten BC und B'C' blickt man hinein. Man sieht von zwei rechts und links mit dem Beob- achter in gerader Linie liegenden Punkten Strahlen durch die Kathetenseiten BA und B'A' in die Prismen dringen, werden sie von den beiden Hypotenusen- flächen AC und A'C' beide genau in derselben Richtung in das Auge des Beobachters reflectirt, sodaß man auf diese Weise einen mit zwei andern in gerader Linie liegenden Punkt aufsuchen kann. Das Fällen und Errichten von Lothen geschieht ähnlich wie beim Winkel- spiegel.

4) Instrumente zur graphischen Verzeich- nung von Winkeln. Diese dienen dazu, im Felde abgesteckte Winkel, ohne ihr Gradmaß zu suchen, auf dem Papier zu verzeichnen, und auf dem Papier ver- zeichnete auf dem Felde abzustecken. Der Meßtisch (schon 1590 von Prof. Prätorius in Altorf bei Nürn- berg erfunden) besteht, wie aus Fig. 17 ersichtlich, aus einem ebenen Reißbret, welches mittels eines Ver- bindungsstücks auf stellbarem dreifüßigen Stativ ruht. Durch die Schrauben des Verbindungsstücks kann das mit Papier überzogene Reißbret (Menselblatt) in ho- rizontale Richtung gebracht und festgehalten werden. Soll ein Punkt des Reißbrets senkrecht über einen Punkt des Feldes gebracht werden, so legt man die Gabel AB (Fig. 18) mit der Spitze A auf den Punkt des Brets und stellt den Tisch so, daß das mit dem hohlen Gegengewicht C balancirende Loth D über den Punkt des Feldes kommt. Das Diopterlineal (Fig. 19) ist ein genaues, bei me abgeschrägtes Lineal AB, welches in den Ansätzen CD und EF Dioptern ab, a'b' und c'd', cd trägt. Es dient, um abvisirte Richtungen und Winkelschenkel durch Zeichnen mit Blei- stift auf den Meßtisch zu übertragen. Bei der zu glei- chem Zweck dienenden Kippregel CD (Fig. 26) sind für weiter entfernte Objecte die Dioptern durch das Fernrohr AB ersetzt. Das Stativ des Fernrohrs ist durch die Platte NP und die Schraube x, y, u, w auf der Regel (Lineal) CD befestigt. Der am Nonius pq sich bewegende Gradbogen nn kann gleichzeitig benutzt werden, um kleine Elevationswinkel zu messen.

5) Instrumente zur Bestimmung der Winkel nach Gradmaß. Die Feldbussole (Fig. 21) be- steht aus dem Diopterlineal dppd mit darauf befestig- tem Kompaß aa nebst Arretirung s, und dem Stativ qq. Die Schrauben v, v, v_1, v_2, v_3, v_4 dienen zur Horizontalstellung. Soll mit der Bussole ein im Felde befindlicher Horizontalwinkel gemessen werden, so stellt man das Diopterlineal erst in den einen, dann in den andern Winkelschenkel ein und liest jedesmal den Stand des Nord- und des Südpols der Magnetnadel auf dem daneben befindlichen, in 360° getheilten Kreise ab. Der Unterschied der beiden Nordpol- sowol als der beiden Südpolstände gibt den gesuchten Winkel. Zur Messung von Höhen oder Elevationswinkeln dient der in Fig. 22 abgebildete Quadrant (Viertelkreis) FED auf der von drei Stellschraubenfüßen getragenen ver- ticalen Säule AB. Die Verticalstellung ist erreicht, wenn das Loth pq auf die Marken mn einspielt. Um den Mittelpunkt o dreht sich das zum Visiren bestimmte Fernrohr GH, das mit dg am Kreisbogen (Limbus) festgeklemmt und durch die Mikrometerschraube fg zu- gleich mit dem Nonius ab fortbewegt werden kann. Da man bei steilen Stellungen schlecht durch das Fern- rohr hindurchblicken könnte, wird das Licht durch eine Oeffnung bei h von einem Prisma seitlich herausge- spiegelt. t und s sind Correctionsschrauben. Der Theodolit (Fig. 23) dient dazu, sowol Horizontal- als Verticalwinkel zu messen, und besteht daher wesent- lich aus einem Horizontalkreise pp und einem Vertical- kreise vv, beide in 360° und deren Unterabtheilungen getheilt. Die auf dem mit zwei diametral liegenden

Nonien und Ablesungslupen v v versehenen drehbaren Kreise a a stehenden Träger b b tragen in den Lagern l l die Achse d d des Fernrohrs g g. q und q′ sind Bremsschrauben, w eine an der Platte t sitzende Mikrometerschraube. Die Achse c ruht auf drei Armen und diese auf den durch die Muttern f gehenden Stellschrauben s. Der Stab k geht durch das Stativ p, auf welchem das Instrument durch die mit der Mutter m zu spannende Spiralfeder u festgehalten wird. Durch ein an den Haken x gehängtes Loth kann man die Aufstellung über einem gewissen Punkte bewirken.

6) Nivellirinstrumente. Um eine Fläche, z. B. die Meßtischplatte, horizontal zu stellen, braucht man die Libellen. Die Röhrenlibelle (Fig. 24) ist eine an der obern Seite innen ganz schwach gewölbte Röhre, sodaß eine Luftblase, welche beim Füllen der Röhre mit Flüssigkeit darin gelassen wurde, in horizontaler Lage oben in der Mitte der Röhre bei o stehen bleibt. In der Construction (Fig. 24) ist die oben offene Messingfassung der Libellenröhre bei A B im Scharnier beweglich, bei D durch die Stellschraube C regulirbar. Bei der Röhrenlibelle muß man die Horizontalstellung in zwei aufeinander senkrechten Richtungen der Libelle vornehmen, bei der Dosenlibelle A B C D c (Fig. 25) genügt eine Stellung der Libelle. Will man die Höhe eines Punktes mit der des Standpunktes vergleichen (nivelliren), so richtet man die Dioptern des Nivellirinstruments (s. unten) auf eine in Zolle oder Centimeter getheilte Nivellirlatte (Fig. 26), die ein Gehülfe an den Handgriffen M haltend vertical aufsetzt.

Die Nivellirlatte (Fig. 27) mit verstellbarer Visirscheibe ist für größere Niveaudifferenzen. Um den Neigungswinkel einer Böschung zu bestimmen, dient die Bergwage (Böschungsmesser) in Fig. 28, mit den Füßen A a, B b setzt man sie auf eine auf die Böschung gelegte Latte. Das vom Scheitel C herabhängende Loth F hängt bei o° Neigung in der Mitte O des Gradbogens D E. Jede andere Neigung wird durch den Stand des Lothes angegeben. Auf dem Princip der communicirenden Gefäße beruht die mit Wasser bis x, y gefüllte Kanalwage (Fig. 29) und die Quecksilberwage (Fig. 30). In das Querrohr A B der Kanalwage sind bei a und b Glasröhren eingekittet und bei b und d mit Kappen geschlossen. Mit der Hülse C und der Schraube f wird sie auf ein Stativ gesetzt und dann durch Visiren über x, y die wagrechte Richtung beobachtet. Bei der Quecksilberwage visirt man durch die Dioptern α, β auf den Würfeln C und D. Diese schwimmen auf dem Quecksilber der Gefäße A, B, die durch den Raum x x communiciren. Das Quecksilber bewahrt man gewöhnlich in dem mit der Schraube v verschlossenen Raum Z auf, die Diopterwürfel in den Räumen F F. Die Nivellirdiopter (C, D, C′, D′, Fig. 31) mit Libelle (E F) geben etwas genauere Visuren. Der Träger A B der Libelle ruht auf dem Gelenke G und der durch die Feder c vor todtem Gange bewahrten Stellschraube H I. Der Stativhals b kann auch durch die Schrauben a a a vertical gestellt werden. Bei größern Entfernungen, überhaupt auch für größere Genauigkeit, genügt das Absehen der Horizontalrichtung durch bloße Dioptern nicht. Man braucht dann ein Nivellirinstrument mit Fernrohr. Eine der besten Einrichtungen zeigt Fig. 32. Das mit Fadenkreuz versehene Fernrohr F F, dessen Achse parallel mit der bei x x aufgesetzten Libelle B E läuft, liegt mit seiner Achse L in den von der Säule E getragenen Lagern, und wird darin von den durch die Schrauben s, s′ befestigten Schließen S festgehalten. Die Stellung des Fernrohrs kann durch die durch die Gewinde G, G′ gehende, mit der am Zeiger z vorbeigehenden Trommel T versehenen Mikrometerschraube C regulirt werden. Mit der Schließe S verbunden sind zwei mit den Nonien versehene Gradbogen, welche zugleich als Verticalkreis für Höhenwinkelmessungen dienen können. Die Nonien werden durch die Stellschräubchen e e′ regulirt. Die Säule B steht auf einem mit Nonius versehenen Horizontalkreise und das Ganze befindet sich auf einem Stativ ähnlich dem des Theodoliten (Fig. 23).

7) Preßler's Meßknecht als Universalinstrument. Dieses von Hofrath Preßler in Tharand construirte Taschenінstrument ist ein im Verhältniß zu seiner universellen Verwendbarkeit zum Nivelliren, Messen von Horizontal- und Verticalwinkeln, sowie als Winkelkreuz und Böschungsmesser u. s. w. noch gar nicht genügend bekanntes und verbreitetes Hülfsmittel für alle messenden Praktiker, besonders aber auch für den Pädagogen, denn es ersetzt für die meisten Schulen vollständig theurere Feldmeßapparate und kann dabei jedem einzelnen Schüler in die Hand gegeben werden (Fig. 33—37). In etwa $^1/_{11}$ der natürlichen Größe ist der aus gut planirter, gefirnißter Pappe gefertigte Meßknecht völlig ausgebreitet in Fig. 33 dargestellt. Die Inschriften deuten den Inhalt der auf ihm zugleich befindlichen Tabellen an. Die Rückseite enthält eine vollständige fünfstellige Logarithmentafel von 1 bis 9999 nach der Maßstab- oder Scalenmethode. In der Mitte zusammengeklappt, wird der Meßknecht im Futteral oder der Brieftasche aufbewahrt. Zum Messen u. s. w. wird er in der aus Fig. 34 ersichtlichen und durch Vergleichung der Buchstaben A, B, C u. s. w. leicht verständlichen Weise zusammengeklappt, vorher aber durch in die Oeffnung a, b, d u. s. w. gesteckte Visirstifte (oder auch Dioptern) armirt. Diese Stifte und Dioptern u. s. w. führt man in einem Pappkästchen (dem Zeughäuschen), oder will man den Knecht nicht aus freier Hand, sondern am Stativ gebrauchen, in dem hohlen abschraubbaren Handgriff B C des Stativstocks (Fig. 35 und 36) bei sich. Ist dieser Griff bei A entfernt, so kehrt man die drei Beine zunächst nach oben und kehrt dann das Ganze um, daß das verborgen gewesene Stück A a nach oben kommt. Nachdem man die Mutter a (Fig. 36) entfernt und das Gelenk bei b rechtwinkelig gebogen, steckt man den Knecht mit der Oeffnung h (Fig. 33) daran und preßt ihn mit der Mutter wieder fest. Man kann dann durch ein leichtes, aufgesetztes Diopterlineal D D Horizontalwinkel, und durch den Stand des Pendels an der Seitenwand Verticalwinkel messen. Durch Visiren über die Stifte b a und b d (Fig. 34) kann man das Winkelkreuz ersetzen, und durch Visiren über die Stifte e und g, während der Pendel auf o° steht, kann man nivelliren. Durch Beobachtung des Pendelstandes, während die Sonne den Schatten des Stiftes g in der Richtung g e wirft, kann man die Sonnenhöhe bis auf $^1/_{10}$ Grad genau messen und daraus durch leichte Rechnung den Gang der Uhr berichtigen. Eine Höhenwinkelmessung durch den Meßknecht zur trigonometrischen Berechnung einer Baumhöhe ist auch in Fig. 59 angedeutet.

8) Instrumente zur Reduction und Ausmessung aufgenommener Flächen. Der Pantograph oder Storchschnabel (Fig. 38) dient zur Reduction von Zeichnungen, besonders Karten und Plänen auf irgendeinen gegebenen Maßstab. Vier Lineale sind durch Gelenke bei A, B, E, F miteinander verbunden, und während das Ganze sich um eine in den Tisch fest eingestochene Spitze drehen kann, beschreibt der bei D befestigte Stift den reducirten Plan m n, sobald man den Fahrstift G auf den Contouren des Originalplans M N herumführt. Die Punkte C u

und G müssen immer in gerader Linie liegen. Die proportionirte und parallele Bewegung der Punkte D und G beruht auf der Aehnlichkeit der Dreiecke CBD und CAG und das Verhältniß der beiden Maßstäbe ist wie CB zu CA. Durch Verschiebung der Stifte C, D und G an ihren Linealen kann das Verhältniß nach Belieben hergestellt werden. Vertauscht man den Fahrstift G und den Zeichenstift D, so kann man von einem Originale m n eine Vergrößerung M N herstellen. — Will man den Flächeninhalt irgendeines völlig unregelmäßig begrenzten Terrainstücks auf einer Karte unmittelbar auf derselben ausmessen, so bedient man sich eines Planimeters, von denen das Amsler'sche Polarplanimeter (Fig. 39) das beste ist. Hier kann nicht die Theorie des Instruments gegeben, nur seine Anwendung gezeigt werden. Das in der Hülse H auf Reibung sitzende Lineal A trägt den Fahrstift F, mit welchem man den Umfang Z der zu messenden Fläche umfährt. Das an der verticalen Achse C drehbare Lineal B trägt die Spitze oder den Pol E, welcher in das Papier festgestochen wird. Die in 100 Theile getheilte Rolle D, deren ganze Umdrehungen am Rädchen G und deren Theilumdrehungen am Nonius abgelesen werden, gibt durch ihre Umdrehungszahl den Inhalt der umfahrenen Fläche an. Je nachdem man das oben mit Maßstab versehene Lineal A bei m mehr oder weniger weit in die Hülse schiebt, kann man den Maßstab für die Angaben des Planimeters ändern.

II. Messen und Aufnehmen.

1. Elementare Aufgaben.

Die einfachste Aufgabe ist die des Messens einer geraden, abgesteckten Linie durch Maßstäbe, Meßschnuren oder Meßketten. Dies muß natürlich mit weit mehr Vorsichtsmaßregeln geschehen, wenn es die Standlinie einer Landestriangulation ist, als wenn man nur eine Flur aufnimmt. Die auf Meßtischplatten horizontal aufgelagerten Maßstäbe (Taf. 4, Fig. 7) müssen ganz genau mit der Kante b c an d und dann wieder mit e f an a stoßen, und stets genau in gerader Linie bleiben. Mit den Abweichungen aus denselben steht der Messungsfehler im quadratischen Verhältniß, mit der Zahl der Stab- oder Kettenlängen ist er einfach proportional. Bei der Kette ist auch zu beachten, daß sie bei auch noch so starker Anspannung nie eine gerade, sondern stets eine krumme, sogenannte Seil- oder Kettenlinie bildet. Dieser Fehler steht im umgekehrten einfachen Verhältniß zur Länge und im directen quadratischen zur Senkung der Kette. Da man in Karten stets die auf den Horizont AB (Fig. 43) reducirte Entfernung zweier Punkte AG angibt, so bedient man sich zu Messungen auf unebenem Terrain des in Fig. 6 angegebenen Meßapparats in der aus Fig. 43 ersichtlichen Weise, indem man die horizontalen Abstände e, d, c, b, a der Punkte G, F, E, D, C, A ermittelt und addirt. — Um auf einer gegebenen Linie AB (Fig. 41) in einem Punkte C ein Loth zu errichten, befestigt man die Enden der Kette in a und b gleichweit von C, faßt dann die Mitte derselben und spannt sie bis nach c, dann ist cC das Loth. Oder man stellt den Meßtisch über c (Fig. 41) auf, visirt a b in der Richtung A B ab, construirt auf dem Meßtische das Loth c d und läßt in der Collimationslinie (Absehelinie) c d in D einen Stab einsetzen. Dieselbe Construction läßt sich auch mit Winkelkreuz, Winkeltrommel u. s. w., vorzüglich auch mit Preßler's Meßknecht ohne oder mit Stativ ausführen. — Will man eine gerade Linie zwischen zwei durch einen Wald getrennten Punkten A und B (Fig. 42) abstecken, so zieht man von C aus auf dem Meßtische mit dem Diopterlineal die Richtungen CA und cB, von D aus die Richtungen dA und dB, und erhält dadurch die Punkte a und b. Trägt man dann auf dem Felde in A an AC den Winkel c a b an, so kann man den gefundenen Schenkel in den Wald hinein verlängern und muß schließlich in B eintreffen. — Um gerade Linien zu messen die entweder nicht ganz oder auch gar nicht zugänglich sind, kann man wie folgt verfahren. Sind die Punkte A und B (Fig. 44) durch ein Hinderniß, etwa Wasser, getrennt, so trägt man den Entfernungen AC, CC proportionale Stücke aC, bC auf dem Meßtische in den betreffenden Richtungen auf, dann ist AB so viel mal größer wie a b, als a c in AC enthalten ist, wegen Aehnlichkeit der Dreiecke C a b und CAB. — Ist der eine Punkt B (Fig. 45) wol sichtbar aber nicht zugänglich, so stellt man durch Einvisiren von A und C aus wiederum ein solches ähnliches Dreieck C a b her und berechnet AB aus a b. — Sind beide Punkte A und B (Fig. 46) nicht zugänglich, so wird durch ein ähnliches Verfahren wie in Figur 42 ein dem Viereck ABCD ähnliches a b c D verzeichnet und AB durch a b gemessen.

2. Horizontale Aufnahmen.

A. Aufnahme einzelner Punkte. Die Bestimmung eines Punktes C (Fig. 47) durch Vorwärtseinschneiden geschieht, wenn man von A aus B und C einvisirt und die Richtungen zieht, dann AB im verjüngten Maßstabe als A b (= a B) aufträgt; hierauf b über B und a B in die Richtung AB stellt, die einvisirte Richtung BD zieht und dadurch c erhält. Das Dreieck a B c ist ähnlich ABC. Stellen dagegen die Punkte a und b (Fig. 44) auf dem Meßtische die schon aufgenommenen Punkte A und B vor und begibt man sich, weil in A und B der Meßtisch vielleicht nicht aufgestellt werden kann, nach dem noch aufzunehmenden Punkte C, und construirt man von dort aus sein Bild c mit Hülfe der Richtungen a A, b B, so hat man den Punkt durch Rückwärtseinschneiden aufgenommen. Kann man den Punkt C (Fig. 48) nicht von A und B, aber von einem seitlich gelegenen Punkte D aus einvisiren, und bestimmt man dadurch seine Lage c, so hat man ihn durch Seitwärtseinschneiden aufgenommen. Hierher gehört auch die von Snellius schon behandelte, später nach Pothenot benannte, Pothenot'sche Aufgabe, die Lage eines Standpunktes D (Fig. 49) gegen drei bekannte und in a, b und c verzeichnete Punkte A, B und C zu bestimmen. Hat man die richtige Stellung des Meßtisches gefunden, so müssen sich die Visirlinien a A, b B, c C alle in einem Punkte D, und nicht etwa in zwei verschiedenen D und D' schneiden.

B. Aufnahme ganzer Figuren (eigentliches Feldmessen). Man kann dabei folgende verschiedene Methoden anwenden. 1) Die Umfangs- (Perimeter-) Methode. Man messe die Seiten a = AB (Fig. 50), b = BC u. s. w. und die Winkel α, β, γ u. s. w. 2) Die Diagonalmethode. Man mißt alle Seiten AB u. s. w. (Fig. 51) und alle von einer Ecke z. B. A ausgehende Diagonalen, zur Controle vielleicht auch noch einige andere (hier punktirt). Dadurch sind alle Theildreiecke des Polygons bestimmt. 3) Die Triangulirmethode (Fig. 52). Man mißt eine Standlinie AB und bestimmt von dieser aus zunächst die Punkte C und D. Andere Punkte, wie etwa E, findet man, indem man eine in einem schon aufgenommenen Dreieck (etwa ABC) ermittelte Seite (BC) als Standlinie benutzt. 4) Die Coordinatenmethode (Fig. 53). Man legt durch das Polygon irgendeine beliebige passende Richtung AE als Coordinatenachse,

bestimmt auf dieser die Lage der Fußpunkte B′, C′, u. s. w. der von den Ecken B, C, D, F, G gefällten Lothe, und mißt diese Lothe selbst, so hat man durch die Zerfällung des Polygons in lauter Dreiecke und Paralleltrapeze ebenfalls wieder alle Stücke zur Berechnung oder Verzeichnung des auf dem Felde gegebenen Polygons. 5) Die Polarmethode (Fig. 54). Man nimmt einen beliebigen Punkt O an und mißt dessen Entfernungen OA, OB u. s. w. von den Ecken des Polygons ABCDEFG, sowie die Winkel α, β, γ u. s. w., so hat man ebenfalls alle Stücke zur Bestimmung des Polygons. — Aufnahme einer kleinen Flur. Will man eine kleine Flur, wie eine solche etwa in Fig. 56 dargestellt ist, aufnehmen, so hat man zunächst das Terrain zu recognosciren, d. h. die Punkte I, II, III u. s. w. zu suchen und festzusetzen, welche zur Aufstellung der Instrumente u. s. w. am geeignetsten sind. Hierauf mißt man, wenn man nach der Triangulirmethode verfahren will, eine Standlinie und bestimmt von dieser aus die Lage und Entfernung der markirten Punkte, sodaß man ein Netz erhält, wie in Fig. 55. Für die Aufnahme weiterer Details, sowie auch für die Festlegung krummliniger Grenzen, verfährt man, wie für die Linie I, X in vergrößertem Maßstabe in Fig. 57 angedeutet ist, nach der Coordinatenmethode. — Die eigentliche Darstellung von Aufnahmen durch Zeichnung wird weiter unten besprochen werden. Auf die noch unentschiedene Controverse, ob eine geneigte Fläche mehr Ertrag an Halmfrüchten u. s. w. liefert (Fig. 58) als ihre entsprechende Horizontalprojection, nimmt die Geodäsie keine Rücksicht, sondern bestimmt den Flächeninhalt stets nur nach der Größe der Horizontalprojection.

3. Verticale Messungen.

Durch die Horizontalprojection allein ist die Lage eines Punktes noch nicht genau bestimmt. Er kann sich in derselben verticalen Linie in verschiedenen Höhen befinden. Rechnet man die Höhe vom Meeresspiegel aus, so heißt sie absolute Höhe, relative dagegen, wenn man von irgendeiner andern horizontalen Ebene aus rechnet. Die Ermittelung beider heißt Höhenmessung oder Hypsometrie, und zwar im engern Sinne, wenn der verticale Abstand der beiden zu vergleichenden Punkte groß ist im Verhältniß zu ihrem horizontalen Abstande. Ist letzterer groß gegen erstern, so nennt man die Operation Nivelliren. Das Höhenmessen kann übrigens sein ein trigonometrisches, wenn man die zu messende Höhe als Seite eines Dreiecks betrachtet, von dem eine genügende Anzahl Stücke bestimmbar sind, oder ein barometrisches, wenn man die Höhenberechnung auf die Beobachtung der Barometerstände an beiden Stationen gründet. Hier kann natürlich nur von ersterm die Rede sein.

A. Trigonometrisches Höhenmessen. Soll die verticale Erhebung eines Punktes A (Fig. 59 und 60) über einer horizontalen Ebene bestimmt werden, so kommt es darauf an, ob der Fußpunkt seiner Höhe zugänglich ist (Fig. 59) oder nicht (Fig. 60). Im ersten Falle mißt man einen Abstand DE = BC = b und den Winkel α. Dann hat man nach den Lehren der Trigonometrie, AB = b tg α, wozu man, um die ganze Höhe AD zu erhalten, noch die Höhe des Auges CE = BD addirt. Ist wie in Fig. 60 der Fuß B der Höhe AB unzugänglich, so mißt man eine zugängliche, horizontale Standlinie CD und die Winkel α und β. Aus dem so bestimmten Dreiecke DCA berechnet man AD oder AC und findet dann die Höhe AB = AC sin α oder = AD sin β.

Correction von Höhenmessungen wegen der Erdkrümmung. Liegen der Standpunkt a (Fig. 61) und der Fußpunkt b der zu bestimmenden Höhe Eb so weit voneinander, daß die lothrechten Richtungen aC und bC nach dem Erdmittelpunkte C nicht mehr als parallel betrachtet werden können, so hat man es schon mit einem Problem der höhern Geodäsie zu thun. Wäre AB der Meeresspiegel, so wäre AB auch der wahre Horizont für A; der scheinbare wäre die Tangente AD. Die Erhöhung DB des scheinbaren über dem wahren beträgt bei einer Entfernung AB = 3568 Meter schon 1 Meter. Sind a und b Punkte der Erdoberfläche, so sei für a der wahre Horizont ab, der scheinbare die Tangente ad. Der gemessene Höhenwinkel e (sein Complement ist die Zenithdistanz z) ist dann zu klein gefunden um den Winkel dab, und dieser ist als Tangentenwinkel halb so groß als der Centriwinkel × bei C. Aus dem so corrigirten Höhenwinkel baE kann man nun die relative Höhe bE über ab berechnen; die absolute Höhe BC über dem Meeresspiegel AB findet man, wenn man die Höhe aA (= bB) des Punktes a oder b über dem Meeresspiegel dazu addirt.

Correction wegen der Strahlenbrechung. In Fig. 62 ist C wieder der Erdmittelpunkt, A und B zwei Punkte der Erdoberfläche, Z und Z′ deren Zenithrichtungen und D ein senkrecht über B gelegener Punkt. Da die Luftschichten nach unten zu immer dichter werden, so erscheint D in A nicht in der Richtung AD, sondern, da der von D nach X kommende Lichtstrahl in einer krummen Linie geht, in der Richtung der an diese gelegten Tangente AD′, also in D′. Der Winkel DAD′ = ς ist die Correction wegen der atmosphärischen Strahlenbrechung oder Refraction, und man hat ihn zu der scheinbaren Zenithdistanz z zu addiren oder vom Elevationswinkel HAD′ abzuziehen. Dieser ist natürlich zugleich wegen Erdkrümmung um den Winkel BAH (= ½φ) zu vermehren. Die Größe der Refraction ς findet man, wenn man den Zenithdistanzwinkel φ mit dem empirisch aus vielen Beobachtungen gefundenen Coëfficienten 0,0685 (nach Bessel) multiplicirt.

B. Nivelliren. Will man den Höhenunterschied (hier auch Gefälle oder Steigung genannt) zweier entfernter Punkte durch Nivellement finden, so kann man folgende beide Methoden anwenden.

1) Das Nivelliren aus den Endpunkten. Man stellt in A (Fig. 63) das Nivellirinstrument auf, mißt die Höhe des Auges Aa, stellt in F die Nivellirlatte auf und bestimmt durch Vision den Punkt f; dann ist das gesuchte Gefälle = Ff — Aa. Ist F für das directe Visiren zu weit entfernt, so nimmt man mehrere Zwischenstationen B, C, D, E an, und bestimmt deren Gefälle Bb′, Cc′, Dd′, Ee′, Ff′. Das Gesammtgefälle ist dann gleich der Summe der letztern.

2) Das Nivelliren aus der Mitte. Man stellt das Instrument der Reihe nach ungefähr in der Mitte a, b und c (Fig. 64) zwischen den Stationen A, B, C, D auf und visirt jedesmal vor und zurück. Hierauf bildet man die Summe aller Vorvisuren Bβ + Cγ + Dδ und zieht davon die Summe aller Rückvisuren Aα + Bβ′ + Cγ′ ab. Der Unterschied beider Summen gibt das Gefälle zwischen A und D. Erstreckt sich ein Nivellement weit, so muß natürlich auch die Correction wegen Krümmung der Erde angebracht werden.

4. Triangulation für größere Aufnahmen und Gradmessungen.

Wenn man zu den Zwecken einer Landesvermessung oder Gradmessung ein großes Dreiecksnetz, z. B. ABCD u. s. w. (Taf. 5, Fig. 3) entworfen, d. h. die eine weite Fernsicht gewährenden Eckpunkte A, B, C u. s. w.

durch weithin sichtbare feste Signale markirt hat, so ist die direct gemessene Basis in der Regel viel kleiner als die großen Dreiecksseiten, und man ist genöthigt, eine der letztern möglichst scharf durch ein sogenanntes Multiplicationsnetz aus der gemessenen Basis abzuleiten. Man wendet dazu gewöhnlich ein Netz von der in Fig. 1 dargestellten Form an, wo zunächst aus der gemessenen Basis AB durch Winkelmessungen bei A und B die Punkte C und D bestimmt werden, dann von der Grundlinie CD aus die Linie EF, und von dieser wieder aus eine noch größere Seite GH bestimmt werden kann. Man macht die hierbei gebildeten Dreiecke möglichst gleichseitig, weil bei solchen ein Fehler in der Winkelmessung den geringsten Fehler bei Bestimmung der Seiten zur Folge hat. Hat man schon von einem Endpunkte der Basis AB (Fig. 2), z. B. von A aus, eine genügende Fernsicht, so könnte man auch ein Multiplicationsnetz von der in Fig. 2 ersichtlichen Form anwenden. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, wie mit Hülfe einer Triangulation (ABCDEF) eine Meridiangradmessung vorgenommen werden kann. Hat man nämlich die Seiten und Winkel dieser Dreiecke ABC, BCD u. s. w. bestimmt und den Winkel, den der durch A gehende Meridian SN mit der Seite AB macht, gemessen, so kennt man die Winkel, die er mit den von ihm geschnittenen Seiten AB, BC, CD, DE und EF bildet. Hieraus kann man die Größe der mit dem Meridian parallelen Projectionen AB′, BC′, CD′, DE′, EF′ dieser Seiten berechnen; die Summe derselben ist gleich dem Meridianbogen AG. Hat man noch in A und F Polhöhenbestimmungen vorgenommen, so kennt man auch das Gradmaß des gemessenen Bogens AG.

III. Darstellung der geodätischen Aufnahmen durch Zeichnung.

A. Topographie.

1) Orthogonale Projection. Die Topographie beschäftigt sich mit Darstellung von Stücken der Erdoberfläche, bei denen die Krümmung derselben nicht in Betracht kommt. Die Horizontalprojection heißt Situationsplan oder Grundriß; hat man bei Terraindarstellungen noch einen Aufriß nöthig, so nennt man diesen Profil.

Die Ausführung des Plans beginnt man durch Eintragung der durch Triangulation oder sonstwie ermittelten Punkte. Hieran schließt sich die weitere Eintragung der Details. Die die Grenzen der einzelnen Objecte darstellenden Bleistiftlinien überziehe man sauber mit schwarzer Tusche. Die weitere Ausführung geschieht entweder mit ebensolcher Tusche (schwarze Manier) oder mit Farben. Bei der schwarzen Manier hat man für Darstellung der Objecte gewisse conventionelle Zeichen gewählt. So stellt auf Taf. 5 Fig. 4 u. 5 Gras dar, Fig. 6 Sand, Fig. 7 stehendes Wasser, Fig. 8 Heideland, Fig. 9 nassen Boden mit Graswuchs, Fig. 10 fließende Wässer, Fig. 11 Laubholz, Fig. 12 Nadelholz, Fig. 13 verschiedene Arten von Wegen (a Heerstraße, b Chaussee, c Poststraße, d Eisenbahn, e Landstraße, f Fahrweg, g Knüppeldamm, h Steinpflaster, i Feldweg, k Fußpfad), Fig. 14 Gebäude in kleinerm und größerm Maßstabe, Fig. 15 desgleichen nebst Ackerland, Fig. 16 Landesgrenzen, Fig. 17 Kreisgrenzen, Bezirksgrenzen, Weichbildsgrenzen, Flurgrenzen u. s. w., Fig. 18 Poststationen, Fig. 19 Mühlen, Fig. 20 Berg- und Hüttenwerke.

Bei Ausführung der Pläne mit Farben macht man Gebäude blaßroth, Wiesen mattgrün, Sommerfelder blaßgelbgrün, Winterfelder blaßrothbraun, Wälder mit Mischung von schwarzer Tusche und rothem Karmin, Hege braun, Gewässer blaßblau u. s. w.

Will man auch die Höhenentwickelung des Terrains darstellen, so kann man verschiedene Hülfsmittel benutzen. Entweder man denkt sich eine Anzahl paralleler gleichweit (etwa je 10 oder 100 Meter) voneinander abstehender Ebenen und zeichnet (auf Grund möglichst zahlreicher Nivellements und Höhenmessungen) die Durchschnittslinien dieser Ebenen mit den Unebenheiten des Terrains. Man nennt sie Niveaulinien oder Niveaucurven. In Fig. 21 sind ab, cf, de solche, eine Erhebung von je 100 Meter ausdrückende Niveaucurven. Die Darstellung gewinnt jedoch sehr an Deutlichkeit, wenn man zu gleicher Zeit noch senkrechte Terraindurchschnitte oder Profile entwirft, wie in Fig. 21 das Profil AC′D′E′F′B. CC′ entspricht also einem Maßstabe von 100 Metern. Meist stellt man Höhen des Profils in größerm, gewöhnlich 10mal größerm Maßstabe dar, als seine horizontalen Erstreckungen. Ein anderes Hülfsmittel, die Höhenverhältnisse auf einem Plane dem Auge sichtbar zu machen, bieten die überall auf den Niveaucurven senkrecht stehenden Böschungslinien (Fig. 22). Will man nun die Höhe irgendeines auf dem Abhange gelegenen Punktes p durch die Böschungslinie ermitteln, so muß zunächst auf einer derselben (hier der am weitesten rechts gelegenen) ein Höhenmaßstab aufgetragen sein. Zieht man dann durch p die alle Böschungslinien senkrecht durchschneidende Niveaucurve qpr, so gibt die Lage des Punktes r auf dem Maßstabe die gesuchte Höhe.

Die für die Uebersichtlichkeit der Höhenverhältnisse beste, nur wegen der Mühsamkeit der Ausführung etwas schwierige Methode der Bergbezeichnung und der Terrainsteigung überhaupt ist die vom sächsischen Major Lehmann ersonnene Benutzung der Böschungslinien. Sie beruht auf dem Satze, daß die Beleuchtungsstärke einer Fläche dem Cosinus des Steigungswinkels dieser Fläche proportional ist, also für senkrechte Incidenz auf der horizontalen Fläche am stärksten, auf der verticalen gleich Null sein muß. Man könnte daher die verschiedenen Steigungen von 0° bis 90° durch verschieden helle bis dunkelste Färbung der betreffenden Fläche ausdrücken, was man für das Auge dadurch erreicht, daß man die betreffende Fläche mit Böschungslinien bedeckt in Form einer sogenannten Schraffirung mit mehr oder weniger weißen Zwischenräumen, je nach dem Grade der Steigung der Fläche. Da aber Steigungen über 45° nur in ganz einzelnen Fällen vorkommen, so hat Lehmann nur die Steigungen von 0° bis 45° durch allmähliche Abschattirung von Weiß in Schwarz ausgedrückt, alle Steigungen von 45° und darüber durch Schwarz. Fig. 23 gibt den Lehmann'schen Böschungsmaßstab. Die unterste Spalte gibt die von 5 zu 5° steigende Steigung, die drei obern die dazu gehörige Vertheilung von Licht und Spalten. Dabei ist es an sich gleichgültig, ob die schwarzen Striche mehr oder weniger stark sind, wie die der ersten, zweiten oder dritten Spalte, aber es ist gut sie so zu machen, daß sie in größerer Ferne den Eindruck gleichmäßiger Schattirung machen, in der Nähe jedoch das Verhältniß von Weiß und Schwarz genau taxiren lassen. Einige Gradationen mehr als die Lehmann'sche hat die Müffling'sche oder (preußische) Generalstabsmanier. In Fig. 24 ist durch ein Beispiel gezeigt, wie die verschiedene Böschung des Terrains durch die Strichmanier ersichtlich gemacht wird.

2) Centrale Projection. Zuweilen benutzt man zur topographischen Terraindarstellung auch diese Projectionsart, und zwar bei der sogenannten Vogelperspective und dem Panorama.

Vogelperspective. Auf einem Plane des so darzustellenden Terrainstücks (z. B. einer Ortschaft,

Fig. 25) nimmt man einen außerhalb des Ortes BJ gelegenen Punkt A und denkt das Auge in einer senkrechten Erhebung AL über diesem Punkte. Man wählt den Punkt A und die Höhe AL am besten so, daß die Richtungslinien LB und LJ (nach dem vordersten und hintersten Punkte des hauptsächlich darzustellenden Terrainstücks) respective Winkel von ungefähr 45° und $22^1/_2$° mit dem Horizonte einschließen. Dann denkt man sich in B senkrecht auf AB die Zeichnungsfläche errichtet, wie verkleinert bei A′b′ durch b′m′ angedeutet ist (m′ ist der Horizont), und entwirft dann auf dieser Bildfläche nach den Regeln der Perspective die in Fig. 26 ausgeführte sogenannte Vogelperspective. Die arabischen Ziffern und kleinen Buchstaben entsprechen den römischen Ziffern und großen Buchstaben von Fig. 25.

Panorama. Für dieselbe Ortschaft ist in Fig. 27—29 die Construction des Panorama durchgeführt. Man nimmt innerhalb des panoramatisch darzustellenden Terrains einen passenden Punkt A (Fig. 27) an, und denkt sich auf BBBB einen Cylinder als Bildfläche errichtet. In Fig. 28 sind Bh, Bh die Durchschnitte der Cylinderwand, und Fig. 29 stellt die ganze, zu einer Ebene ausgebreitete Cylinderoberfläche BBhh dar. Der Ort des Auges ist in passender Höhe Aa (Fig. 28) über A; hh (Fig. 28 und 29) gibt dann den Horizont. Die concentrischen Kreise mit den Radien AI, AII u. s. w. die man auf dem Plane (Fig. 27) zieht, projiciren sich auf der Cylinderwand (Fig. 28) als Kreise in der Höhe 1, 2 u. s. w. und erscheinen auf der aufgewickelten Fläche als mit dem Horizont parallele Gerade 1, 2 u. s. w. Die Radien A0°, A90° und alle dazwischenliegenden erscheinen in Fig. 29 als verticale Parallelen. Innerhalb des so in letzterer Figur erhaltenen (dem in Fig. 27 befindlichen entsprechenden) Netzes läßt sich leicht die Construction der Details vollenden.

B. Chorographie.

Die Aufgabe der Chorographie, auch Mappirungskunst oder Land- (resp. Himmels-, Mond- u. s. w.) Kartenconstruction ist es, Bilder einer ganzen Kugeloberfläche, oder doch von so großen Theilen derselben, daß deren Krümmung nicht vernachlässigt werden darf, so auf einer Ebene zu entwerfen, daß diese Bilder dem Originale so ähnlich als möglich sind, oder doch wenigstens dem Zwecke genügen, den man mit der Darstellung erreichen will. Völlig entsprechend kann das Bild dem Originale hier nie sein, da man eine Kugelfläche nicht zu einer Ebene ausbreiten kann. Man bedient sich hierbei irgendeiner Projectionsmethode, und es läßt sich die Aufgabe im allgemeinen wie folgt auffassen. Durch den Mittelpunkt einer Kugel (Taf. 5, Fig. 30) geht ein bis A und B beliebig verlängerter Durchmesser ZE. In A ist der Ort des Auges, Z der Punkt der Kugelfläche, der in der Mitte der Karte projicirt werden soll, P der Pol und M ein beliebiger Punkt der Kugelfläche, dessen Projection m auf der in B auf AB senkrechten Bildebene in nBp construirt werden soll. Ist dann pBn die Projection des ersten Meridians PZE, und betrachtet man diese als Abscissenachse, sodaß Bn = x und nm = y als Coordinaten von m betrachtet werden, so kann man diese ausdrücken durch die Entfernung AC (= a) des Auges A vom Kugelmittelpunkt C, durch die Entfernung AB = b des Auges von der Projectionsebene, ferner durch Winkel ZCP = α, durch Winkel ZPM = λ, d. i. die geographische Länge des Punktes M, und durch MCP = 90° − φ, wenn φ die Breite von M bezeichnet. Es ist dann:

$$x = \frac{b\,(\cos\varphi\cos\lambda\cos\alpha - \sin\alpha\sin\varphi)}{a + \sin\alpha\cos\varphi\cos\lambda + \cos\alpha\sin\varphi}$$

$$\text{und } y = \frac{b\cos\varphi\cos\lambda}{a + \sin\alpha\cos\varphi\cos\lambda + \cos\alpha\cos\varphi}.$$

Denkt man sich die Entfernung AC (Fig. 30) des Auges von der Kugel unendlich groß, so werden die projicirenden Strahlen Ap, AB u. s. w. parallel und man erhält die orthographische Projection. Es ist dann gleichgültig, in welche Entfernung man die Bildfläche pBnm rückt. In obigen allgemeinen Formeln ist dann $a = b = \infty$ zu setzen. Hieraus ergeben sich dann die Constructionen der Meridiane und Parallelkreise in den Fig. 31, 32 u. 33. In Fig. 31 ist als der Ort, über dem das Auge senkrecht gedacht wird, d. h. als der Mittelpunkt der Karte, Leipzig angenommen. In Fig. 32 ist das Auge senkrecht über dem Pole (orthographische Polarprojection), in Fig. 33 senkrecht über einem Punkte des Aequators (orthographische Aequatorealprojection).

Denkt man das Auge A (Fig. 30) in die Oberfläche der Kugel selbst, so muß, wenn r den Radius der Kugel bezeichnet, in den für x und y gegebenen Formeln a = r gesetzt werden, und man erhält dann die sogenannte stereographische Projection. Die Bildebene legt man gewöhnlich durch den Mittelpunkt der Kugel, und hat dann in den Formeln zur Berechnung der Lage der Meridiane und Parallelkreise auch b = r zu setzen. Fig. 34 stellt als Beispiel die stereographische Projection der Erdoberfläche dar für den Horizont eines Ortes von 30° nördl. Breite, und Fig. 35 gibt die gewöhnlich zur Darstellung der Hemisphäre angewendete stereographische Aequatorealprojection.

Versetzt man den Ort des Auges in den Mittelpunkt der Kugel selbst und legt die Bildebene als Tangentialebene an die Kugel, so wird in den Formeln für Construction der Meridiane und Parallelkreise a = o und b = r zu setzen sein und man erhält die Mittelpunktsprojection. Fig. 36 gibt die polare und Fig. 37 eine äquatoreale Mittelpunktsprojection.

Außer diesen drei eigentlichen, streng perspectivischen Projectionsarten gibt es noch eine Anzahl Kartenprojectionen zu besondern Zwecken. Da nämlich die besprochenen perspectivischen Projectionen der Natur der Sache nach das wahre Verhältniß der einzelnen Theile des Bildes, so wie es auf der Kugeloberfläche besteht, nicht wiedergeben können, so hat man versucht, durch andere Constructionen dieser Forderung in dieser oder jener Hinsicht zu genügen. Ganz kleine Stücke der Kugelfläche kann man sehr ähnlich auf einer Ebene darstellen, wenn man die Meridiane und Parallelkreise als ein quadratisches Netz von Geraden verzeichnet, wobei dann alle Breiten- und Längengrade einander gleich sind und auch, wie dies auf der Kugel gleichfalls stattfindet, rechtwinkelig durchschneiden. Für größere Länderstrecken wird das Kartennetz unrichtig, weil auf der Kugel die Längengrade nach den Polen zu abnehmen, und zwar, wenn man einen Aequatorgrad gleich g setzt, für die geographische Breite φ stets = g cos φ sind. Man könnte dann ein Netz mit convergirenden geraden Meridianen anwenden, wie in Fig. 38. Man findet den Convergenzpunkt P (Fig. 39) derselben auf folgende Weise. Sind Aa und Bb Parallelkreise an den Rändern der Karte, ferner Cc und Dd irgend zwei feste Parallelkreise der Breite, φ und φ′ entsprechend, und ist dann Cc = g cos φ = h und Dd = g cos φ′ = h′, so ist die Entfernung

$Pd = gh\,\frac{(\varphi'-\varphi)}{h-h}$. Die Größe X x irgendeines Längengrades ist $= h'\,\frac{(\varphi-\varphi')-h(\varphi''-\varphi')}{\varphi'-\varphi}$, wenn φ'' seine geographische Breite ist.

Noch etwas ähnlicher wird das Bild der Karte für größere Landstrecken, wenn man dem Netze zu den convergirenden geraden Meridianen auch noch kreisförmige Parallelen gibt, wie in den Constructionen von Delisle und von Senex und Vaugondy (Fig. 40 u. 41). Man trage nach der Delisle'schen Construction auf dem mittlern Meridian AB (Fig. 40) die Breitengrade nach einem beliebigen passenden Maßstabe auf. Sind C und D zwei Punkte von der geographischen Breite φ und φ', so ziehe man durch sie von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte P die Parallelkreise Ccc' und Ddd' und trage auf ihnen die Längengrade $Cc = g\,.\cos\varphi = h$ und $Dd = g\,.\cos\varphi' = h'$ auf. Den Punkt P findet man dadurch, daß man $CP = g\,\frac{h(\varphi'-\varphi)}{h-h'}$ berechnet.

Die Construction von Senex und Vaugondy ergibt sich auf folgende Weise. Sind auf einer Kugel vom Mittelpunkte O a' A a und b' B b die beiden äußersten Parallelkreise, die auf der Karte dargestellt werden sollen, so legt man an den mittlern c' C c Tangenten, deren Durchschnitt P der gesuchte Mittelpunkt ist. Die Punkte (β' β), durch welche von ihm aus die Parallelkreise gezogen werden sollen, findet man, wenn man Secanten durch b, b' u. s. w. legt. Liegt der Punkt P (Fig. 40) für die Construction der Karte zu weit entfernt, so bestimmt man durch Rechnung zwei Punkte M und M' eines Parallelkreises (c' c C), und ebenso zwei solche von derselben Länge auf einem andern, und erhält dann die Meridiane, indem man die Punkte gleicher Länge auf beiden Parallelkreisen verbindet. Hieran schließen sich noch die Karten nach Bonne's Projection mit krummen Meridianen und kreisförmigen Parallelen (Fig. 42), die von Flamsteed mit krummen Meridianen und geraden Parallelen (Fig. 43), sowie Murdoch's Kegelprojection (Fig. 44). Bonne's Projection besitzt den großen Vorzug, die Länder ihrem Flächeninhalt auf der Kugel gemäß darzustellen, und wird oft zur Entwerfung der Karten größerer Länder oder von Erdtheilen gebraucht. Die Entfernung des Mittelpunkts P der Parallelkreise von dem Mittelpunkte der Karte erhält man, wenn φ und φ' die Breiten der beiden äußersten Parallelkreise der Karte sind, und a der im Kartenmaßstabe ausgedrückte Halbmesser der Erde ist, gleich $a\,\mathrm{cotg}\,\frac{\varphi+\varphi'}{2}$. Auf den Parallelkreisen trägt man dann die zu jeder Breite φ gehörigen Größen der Längengrade ($g\cos\varphi$) auf und erhält durch deren Verbindung die krummen Meridiane.

Die von Flamsteed zu seinen Himmelskarten gewählte Entwerfungsart (Fig. 43) ist der vorigen ähnlich, nur sind die in gleichem Abstande $Aa = ab = bc = \ldots$ durch den mittlern Meridian gehenden Parallelkreise $\alpha a''$, $\beta b''$ gerade Linien. Liegt A im Aequator, und sind für irgendeinen Punkt p die Coordinaten $Ap = x$ und $pm = y$, so ist $y = g\lambda\cos\frac{x}{g'}$ die Gleichung eines Meridians vom Längengrade λ. Durch Eintragung der berechneten Werthe von y erhält man die Meridiane a' b' c' ..., a'' b'' c'' u. s. w.

Bei Murdoch's Kegelprojection (Fig. 44) berührt die den Kegel erzeugende Linie nicht wie in Fig. 41, sondern durchschneidet sie in zwei Punkten m und n, ist AO der Aequator, P der Pol, AP ein Meridian. Der nördlichste und südlichste Parallel der Karte mögen durch die den Breiten φ und φ' entsprechenden Punkte B und C gehen. Liegt M in der Mitte von BC, so ziehe man senkrecht auf OM die Linie p D β, und zwar so, daß $D\beta = D\gamma =$ Bogen MB. Aus Cγ und bβ kann man δD berechnen und so den Punkt D finden, durch welchen das Loth pβ zu ziehen ist.

In dieser Projection sind allerdings die Flächen der ganzen Zone der Karte und der Kugel einander gleich, aber nicht die einzelnen entsprechenden Theile derselben. Will man Karten entwerfen, auf denen auch die einzelnen Theile der dargestellten Zone denen der Kugel nahe gleich sind, so trägt man auf dem mittlern Meridian AP (Fig. 45) der Karte die Breitengrade zu gleichen Theilen auf, die Längengrade aber auf dem Aequator BAC nach dem Verhältniß der Sinus der Länge. Die Gleichung der Meridiane und Parallelkreise für irgendeinen Punkt M und den Coordinatenanfang A ist $y^2(1 + x^2\sin^2\lambda) = \cos^2\lambda$ und $x^2(\cos^2\varphi - y^2) = \sin^2\varphi$.

Karten, in welchen alle durch den Mittelpunkt gehenden geraden Linien größte Kreise der Kugel darstellen, haben den Vortheil, daß in ihnen die Abstände aller Orte vom Mittelpunkte der Karte mit demselben geradlinigen Maßstabe gemessen werden können. Auch ihre Verzeichnung ist sehr leicht. Sei C (Fig. 46) der Mittelpunkt der kreisförmig und am Rande in Grade getheilt gedachten Karte, AB der Aequator, P und Q seine Pole. Sei ferner CMm ein drehbares Lineal mit irgendwie getheiltem Maßstabe (der Radius der Karte), M die Projection eines auf der Kugel gedachten Punktes M' überhaupt, CDM die Projection des Kugeldreiecks C'D'M', worin C'D' die Länge λ und D'M' die Breite φ ist, so läßt sich eine Tabelle berechnen, welche Winkelstellung ACm man dem Lineale zu geben und welche Lage der Punkt M auf dem Maßstabe Cm haben muß für jeden gegebenen Werth von λ und φ. Man kann nun den Radius theilen entweder in gleiche Theile (90 Grade), oder nach den Sinus der Distanzen (orthographische Aequatorealprojection), oder nach den Tangenten der Distanzen (Mittelpunkt-, Aequatorealprojection), oder nach den Tangenten der halben Distanzen (stereographische Aequatorealprojection), oder auch nach den Sinus der halben Distanzen. In dieser Projection sind wie in den meisten bisher betrachteten die Winkel der Meridiane an den Polen P und Q, den Winkeln derselben auf der Kugel gleich. Man kann aber auch diese Winkel der Karte in irgendeinem Verhältniß kleiner, z. B. nur halb so groß als auf der Kugel nehmen. In diesem letztern Falle (Fig. 47) lassen sich beide Hemisphären der Erde zugleich innerhalb der Fläche eines einzigen Kreises darstellen.

Karten, welche der Seemann benutzt, müssen, um praktisch zu sein, gewissen Bedingungen entsprechen. Da der Schiffer nämlich oft längere Zeit in derselben Richtung segeln muß, durchschneidet er eine Anzahl von Meridianen unter demselben Winkel. Dieser Lauf kann aber auf den gewöhnlichen Karten nicht als gerade Linie dargestellt werden, sondern bildet eine eigenthümliche, krumme, dem Pol sich spiralig nähernde Linie, die sogenannte Loxodrome. In Fig. 48 sind drei solche, von A ausgehende Loxodromen dargestellt, nämlich ABBP nach Nord-Nordost, ACCP nach Nordost und ADDP nach Ost-Nordost. P bezeichnet den Pol. Als gerade Linien, wie sie der Schiffer beim Verzeichnen seines Curses braucht, lassen sich diese Loxodromen nur darstellen, wenn man alle Meridiane als parallele Grade zeichnet. Um aber

zugleich in allen Theilen der Karten das wahre Verhältniß der Längen- und Breitengrade zueinander zu erhalten, muß man, da bei parallelen Meridianen die Längengrade nach den Polen zu nicht kleiner werden, dafür die Breitengrade entsprechend vergrößern. Man nennt diese Darstellungsweise Mercatorprojection, nach Gerhard Mercator, der gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts zuerst diese Karten construirte. Für den Kugelradius gleich 1 ist der Abstand y irgendeines Parallelkreises von der geographischen Breite φ durch die Formel $y = 2{,}3025851 \cdot \log \operatorname{tang} \frac{90+\varphi}{2}$ gegeben. In Fig. 49 ist eine solche Karte entworfen.

Die Abstände der Meridiane a, a, a, a u. s. w. sind also gleich, während die Werthe von y, d. i. ab, ab' a b'' u. s. w. in der durch die Formel gegebenen Weise wachsen. Will der Schiffer die Richtung, oder wie er sagt den Kompaßstrich seines Wegs AB finden, so zieht er durch die Mitte O der Karte eine gerade, mit AB parallele Linie OP, so ist der Winkel aOP $= \alpha$ (hier $= 63\frac{1}{2}°$) der gesuchte Kompaßstrich. Um auch die Länge des Curses AB zu finden, nimmt er ein in der Mitte des Curses gelegenes Stück des Meridians, etwa b''' b'''' (5° also 5×60 Seemeilen lang) in den Zirkel und sieht, wie oft es auf dem Curse AB sich auftragen läßt. Ein Curs in der Richtung AC wird durch das Kartennetz selbst gemessen.

Physik.

Bearbeitet

von

Dr. Johann Müller,

großherzoglich badischem Hofrath, Professor der Physik an der Universität zu Freiburg im Breisgau.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

A. Mechanik. (Tafel 1 und 2.)

I. Statik fester Körper 4
II. Hydrostatik. 7
III. Aerostatik 8
IV. Dynamik 9

B. Akustik (Tafel 3) 12

C. Optik. (Tafel 4, Tafel 5 und Figur 1 — 10 auf Tafel 6.)

I. Fortpflanzung des Lichts und Photometrie 16
II. Reflexion des Lichts (Katoptrik) 16
III. Brechung des Lichts (Dioptrik) 18
IV. Farbenlehre 20
V. Die Photographie 22
VI. Das Auge und die optischen Instrumente 23
VII Interferenz der Lichtstrahlen. 24
VIII. Polarisation und doppelte Brechung . . 25
IX. Chromatische Polarisation. 26

Seite

D. Wärmelehre. (Tafel 6, Figur 11 — 59; Tafel 7, Figur 1 — 32.)

I. Ausdehnung 27
II. Schmelzen und Erstarren. 28
III. Dampfbildung 28
IV. Specifische Wärme 31
V. Wärmestrahlung 31
VI. Wärmeleitung 32
VII. Wärmeerzeugung durch mechanische Mittel 33

E. Magnetismus (Tafel 8) 34

F. Elektricität. (Tafel 9, Tafel 10 und Figur 33 — 45 auf Tafel 7.)

I. Reibungselektricität 38
II. Galvanismus. 42
III. Wirkungen des Stroms auf die durchströmten Leiter 43
IV. Elektromagnetismus und Elektrodynamik 44
V Thermo-elektrische Ströme 46
VI. Inductionsströme 46
VII. Diamagnetismus 48

Einleitung.

Die Physik ist derjenige Theil der Naturlehre, welcher es mit den Gesetzen solcher Erscheinungen der leblosen Natur zu thun hat, die nicht auf einer Veränderung der Bestandtheile der Körper beruhen; denn damit beschäftigt sich die Chemie. Es liegt übrigens in der Natur der Sache, daß sich die Grenze zwischen beiden Disciplinen nicht immer scharf ziehen läßt und daß manche Erscheinung in beide Gebiete hineingreift.

Die Physik zerfällt in folgende Hauptabtheilungen:

1) Die Mechanik oder die Lehre vom Gleichgewicht und der Bewegung (Statik und Dynamik);
2) die Akustik oder die Lehre vom Schall;
3) die Optik oder die Lehre vom Licht;
4) die Lehre von der Wärme;
5) die Lehre vom Magnetismus;
6) die Lehre von der Elektricität.

Bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaften fallen eigentlich die beiden letzten Abtheilungen in eine einzige zusammen.

Die physikalischen Kenntnisse der Alten waren noch sehr gering. Alles was sie von den Gesetzen des Gleichgewichts fester Körper wußten, beschränkt sich auf die Lehre vom Hebel und vom Schwerpunkt, welche Archimedes bereits entwickelt hatte. Auch die Hydrostatik verdankt diesem genialen Mathematiker ihre Begründung, da er bereits das Gesetz vom Gewichtsverlust der in Flüssigkeiten untergetauchten festen Körper bewiesen hatte. Die Aërostatik oder die Lehre vom Gleichgewicht der Gase ist neuern Datums und als ihre Begründer müssen Torricelli, der Erfinder des Barometers, und Otto von Guericke, der Erfinder der Luftpumpe, genannt werden.

Durch die Entdeckung des alle Bewegungserscheinungen beherrschenden Gesetzes der Trägheit ist Galiläi der Gründer der neuern Mechanik geworden.

Ueber die Entstehung und Verbreitung des Schalles hatten die alten Griechen nur sehr mangelhafte Vorstellungen; erst Newton gab eine richtige Definition der Schallwellen und ihrer Verbreitung. Den Unterschied der Tonhöhe hatten die alten Griechen zwar musikalisch richtig erkannt, sie waren aber noch nicht im Stande, ihn physikalisch zu definiren. Allerdings hatte Pythagoras die musikalischen Intervalle durch Zahlen ausgedrückt, welche er durch Versuche mit gespannten Saiten ermittelt hatte; die physikalische Bedeutung dieser Zahlen ist aber erst im 17. Jahrhundert durch Mersenne nachgewiesen worden, welcher zeigte, daß die Tonhöhe durch die Schwingungsdauer des tönenden Körpers bedingt ist.

Nachdem nun so der Grund der Tonlehre gelegt war, wurden der Reihe nach die Gesetze der Vibrationen tönender Luftsäulen, tönender Saiten, Stäbe und Platten erforscht und endlich die Akustik dadurch zu einem gewissen Abschluß gebracht, daß namentlich durch die Untersuchungen von Helmholtz in dem Mitklingen von Obertönen, welche den Grundton in verschiedener Anzahl und Stärke begleiten, der Grund der Klangfarbe verschiedener musikalischer Instrumente nachgewiesen wurde.

Die optischen Kenntnisse der Alten beschränkten sich auf die Wahrnehmung der geradlinigen Fortpflanzung der Lichtstrahlen und das Reflexionsgesetz. Von der Brechung der Lichtstrahlen bei dem Uebergange aus einem Medium in ein anderes hatten sie zwar Kenntniß, wie denn z. B. Seneca die Erscheinung kennt, daß ein in Wasser eingetauchtes Ruder gebrochen erscheint, ohne jedoch eine richtige Vorstellung von dem Vorgange zu haben. Erst Alhazen, ein um das Jahr 1100 lebender arabischer Mathematiker, erkannte, daß ein Lichtstrahl beim Uebergange aus Luft in ein dichteres Mittel dem Einfallslothe genähert wird. Das Refractionsgesetz selbst wurde erst um das Jahr 1621 von Snellius entdeckt und von Cartesius publicirt.

Die Farben des Regenbogens erklärt Aristoteles aus dem durch ein dunkles Medium gesehenen Lichte der Sonne, und diese Anschauung blieb das ganze Mittelalter hindurch die herrschende. Cartesius erkannte, daß durch ein Prisma eine ähnliche Reihe von Farben entstehe, wie man sie beim Regenbogen beobachtet; aber erst Newton stellte die noch heute von allen Physikern als richtig angenommene Lehre auf, daß das weiße Licht aus verschiedenfarbigen, ungleich brechbaren Strahlen besteht.

Lange Zeit standen sich zwei Hypothesen über das Wesen des Lichts einander gegenüber, die Emanationstheorie, nach welcher das Licht eine Materie eigener Art ist, welche von den leuchtenden Körpern nach allen Seiten hin ausgesendet wird, und die Undulations- oder Vibrationstheorie, welche die Fortpflanzung des Lichts einer Wellenbewegung des Aethers zuschreibt. Newton suchte in seiner Optik die Gesetze der Lichterscheinungen auf die Emanationstheorie zurückzuführen, während sein Zeitgenosse Huyghens zuerst der Vibrationstheorie eine wissenschaftliche Begründung gab. Lange Zeit waren die Ansichten der Physiker zwischen diesen beiden Hypothesen getheilt und selbst Euler's Bemühungen für die Vibrationstheorie waren nicht im Stande, derselben einen entschiedenen Sieg zu verschaffen. Dies gelang erst den Bestrebungen Young's und Fresnel's im ersten Viertel unsers Jahrhunderts, nachdem die im Jahre 1811 durch Malus gemachte Entdeckung der Polarisation des Lichts zur Bestimmung der Richtung geführt hatte, in welcher die einen Lichtstrahl fortpflanzenden Vibrationen des Aethers stattfinden.

Die Entdeckung der Fraunhofer'schen Linien im Jahre 1815 kam zunächst nur der Verbesserung achromatischer Fernrohre zugute; durch die von Bunsen und Kirchhoff ausgebildete Spectralanalyse führten sie aber zur nähern Kenntniß der physischen Beschaffenheit der Sonne und der Fixsterne.

Der Gebrauch der Sammellinsen als Vergrößerungsgläser war den Alten bekannt, denn man hat solche in Pompeji gefunden. Das erste zusammengesetzte Mikroskop wurde 1625 von Fontana construirt. Die Entdeckung des ersten (holländischen) Fernrohrs wurde zufällig durch einen Brillenmacher in Middel-

burg ums Jahr 1608 gemacht. Galilei construirte solche Fernrohre im Jahre 1609 und entdeckte mit ihrer Hülfe die Berge des Mondes, die Trabanten des Jupiter und die Phasen der Venus. Die Construction des astronomischen Fernrohrs wurde 1620 von Kepler angegeben.

Eine Erforschung der Gesetze der Wärmelehre wurde erst möglich, nachdem das Thermometer bekannt geworden war, als dessen Erfinder gewöhnlich Cornelius Drebbel (1630) genannt wird. Das von diesem benutzte Thermometer war ein Luftthermometer, wie solche vor ihm schon Galilei construirt und italienische Aerzte sie angewandt hatten. Die Flüssigkeitsthermometer (Weingeist oder Quecksilber) wurden zuerst in den Schriften der Accademia del cimento in Florenz ohne Nennung des Erfinders beschrieben.

Die ersten genauern Versuche über die Ausdehnung fester, flüssiger und luftförmiger Körper wurden gegen Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt.

Daß beim Schmelzen der Körper Wärme gebunden wird, haben nahezu gleichzeitig in der Mitte des 18. Jahrhunderts Deluc zu Genf und Black zu Edinburg entdeckt. Eine richtige Erkenntniß von dem Wesen der Dampfbildung wurde erst durch Dalton zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts begründet, obgleich man die Spannkraft der Dämpfe schon vorher technisch zu verwenden wußte.

Die ersten eingehendern Versuche über Wärmestrahlung hatte Leslie angestellt, aber erst Melloni's Bemühungen gelang es, die vollständige Identität zwischen Licht- und Wärmestrahlen nachzuweisen, wodurch dann auch die Ansicht, daß die Wärme überhaupt einer lebhaften Oscillationsbewegung der kleinsten Körpertheilchen (mechanische Wärmetheorie) zuzuschreiben sei, eine wesentliche Unterstützung fand. Diese Ansicht, welche Rumford zu Ende des vorigen und Davy zu Anfang dieses Jahrhunderts mit Entschiedenheit vertreten hatten, wurde mit Erfolg wieder aufgenommen, nachdem Mayer im Jahre 1842 den Begriff des mechanischen Aequivalents der Wärme festgestellt, und Joule sowol wie Hirn dasselbe experimentell bestimmt hatten, und führte zu einem unzweifelhaften Sieg der mechanischen Wärmetheorie, um deren Ausbildung sich namentlich Clausius die größten Verdienste erworben hat.

Von den Eigenschaften des Magneteisens kannten die Alten nur die Kraft desselben, Eisen anzuziehen. Die Chinesen sollen schon die richtende Kraft des Erdmagnetismus gekannt haben. Wann dieselbe in Europa bekannt wurde und wann der Kompaß in Gebrauch kam, läßt sich nicht mit Sicherheit ermitteln. Im 15. Jahrhundert war die Abweichung der Magnetnadel von der reinen Nordrichtung noch unbekannt, und Columbus kam auf seiner ersten Entdeckungsreise 1492 in Verlegenheit, als er die Veränderung dieser Abweichung beobachtete. Die Inclination der Magnetnadel wurde 1576 von Normann entdeckt. Die Gesetze der magnetischen Polarität wurden zuerst von Gilbert im Jahre 1600 entwickelt.

Von der Elektricität war den Alten gleichfalls nur das Vermögen geriebener Harze, leichte Körper anzuziehen, bekannt. Guericke, der erste, welcher elektrische Funken wahrnahm, beobachtete auch zuerst die elektrische Abstoßung. Grey entdeckte 1729 den Unterschied zwischen Leitern der Elektricität und Isolatoren; Dufay constatirte 1733 den Unterschied zwischen positiver und negativer Elektricität. Die Wirkungen der Leydener Flasche wurden fast gleichzeitig von Kleist in Pommern und von Cunäus in Leyden entdeckt.

Franklin gelang es 1752 mittels eines Drachens die Elektricität der Gewitterwolken nachzuweisen: eine Entdeckung, die ihn alsbald zur Erfindung der Blitzableiter führte.

Um das Jahr 1790 war die Elektricitätslehre fast stationär geworden, als sie durch die Entdeckung Galvani's einen neuen Aufschwung erhielt, indem dieselbe alsbald zur Auffindung einer neuen Elektricitätsquelle und zur Construction der Volta'schen Säule führte. Hatte man bis dahin nur die elektrischen Spannungserscheinungen studirt, so lernte man nun auch die elektrischen Stromeswirkungen kennen; und zwar fällt die Entdeckung der chemischen Wirkungen des Stroms durch Nicholson und Carlisle in das Jahr 1801. Im Jahre 1820 entdeckte dann Oersted die Ablenkung der Magnetnadel durch den Strom, woran sich alsbald der Elektromagnetismus mit seinen so wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Ergebnissen anschloß.

Die thermoelektrischen Ströme wurden 1821 von Seebeck entdeckt.

Im Jahre 1831 entdeckte Faraday die Inductionselektrischer Ströme durch Magnetismus, 1838 die Induction derselben durch elektrische Ströme und 1845 endlich entdeckte er den Diamagnetismus.

A. Mechanik.

(Tafel 1 und 2.)

I. Statik fester Körper.

In der Naturlehre unterscheidet man zweierlei Arten von Kräften, 1) solche, welche in die Ferne wirken, wie die Schwere, die elektrische und magnetische Anziehung und Abstoßung u. s. w., und 2) solche, welche nur in nächster Nähe auf die benachbarten Atome wirken und welche den Zusammenhang der Körpertheilchen, Cohäsion, Adhäsion, chemische Verwandtschaft u. s. w. bedingen.

Wenn eine Kraft der ersten Art, die wir als bewegende oder beschleunigende Kräfte bezeichnen wollen, auf einen Körper wirkt, so übt sie ein Bestreben aus, denselben in Bewegung zu setzen. Wenn mehrere Kräfte auf einen Körper einwirkend sich gegenseitig aufheben, so sind sie im Gleichgewicht.

Zwei Kräfte sind im Gleichgewicht, wenn sie einen Körper gleich stark nach entgegengesetzter Richtung zu bewegen streben.

Wenn zwei Kräfte nach verschiedenen Richtungen auf einen Körper wirken, so theilen sie ihm eine Bewegung mit, welche in folgender Weise bestimmt ist: auf einen materiellen Punkt in a, Fig. 1, wirken zwei Kräfte, deren eine in der Richtung a x ihn in der Zeiteinheit von a nach b führen würde, während er unter dem alleinigen Einfluß der zweiten, in der Richtung a y wirkenden Kraft in der Zeiteinheit von a nach c geführt werden würde, so beschreibt er unter dem gleichzeitigen Einfluß beider Kräfte in der Zeiteinheit den Weg ad, welcher die Diagonale des Parallelogramms a b d c ist.

Die beiden Seitenkräfte, welche für sich allein den Körper in der Zeiteinheit von a nach b und von a nach c zu führen streben, wirken also zusammen ebenso wie eine einzige Kraft, die Resultirende, welche den Körper in der gleichen Zeit von a nach d führen würde.

Wenn z. B. der Wind für sich allein ein Schiff in ½ Stunde quer über den Fluß von A Fig. 2 nach B treiben würde, während die Strömung des Flusses allein es in der gleichen Zeit von A nach C treibt, so wird das Schiff unter der gleichzeitigen Wirkung beider Kräfte in ¼ Stunde durch die Diagonale AD des Parallelogramms ACDB geführt.

Zwei Kräften, welche in verschiedener Richtung auf einen materiellen Punkt einwirken, kann man dadurch das Gleichgewicht halten, daß man an demselben Punkt noch eine dritte Kraft anbringt, welche der Resultirenden der beiden andern gleich und entgegengesetzt ist.

Zur experimentellen Prüfung des Satzes vom Parallelogramm der Kräfte dient der Apparat Fig. 3.

Auf die Lehre vom Parallelogramm der Kräfte lassen sich nun die Gesetze des Gleichgewichts an allen sogenannten *mechanischen Potenzen*, Hebel, schiefe Ebene, Schraube, Flaschenzug u. s. w. ableiten. Ohne auf diese Ableitung weiter einzugehen, wollen wir die wichtigsten dieser Gesetze kurz betrachten.

Eine gerade unbiegsame Linie, welche um einen festen Punkt drehbar ist, wird ein *Hebel* genannt. Wenn eine Kraft in irgendeinem Punkte des Hebels rechtwinkelig zu seiner Richtung angreift, so wird der Abstand des Angriffspunkts vom festen Drehpunkt (Hypomochlion) der Hebelarm der Kraft genannt. Zwei Kräfte, welche den Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben, halten sich das Gleichgewicht, wenn sie den entsprechenden Hebelarmen umgekehrt proportional sind.

Bezeichnet man als statisches Moment einer Kraft das Product, welches man erhält, wenn man die Kraft mit ihrem Hebelarm multiplicirt, so läßt sich das eben ausgesprochene Gesetz auch so ausdrücken: Zwei Kräfte welche den Hebel nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben, halten sich das Gleichgewicht, wenn ihre statischen Momente gleich sind.

Fig. 4 stellt z. B. einen Hebel dar, dessen Drehpunkt in m ist und an welchem die beiden Gewichte 10 und 6 nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben. Die Kraft 10 greift an den Hebelarm 3 an, ihr statisches Moment ist also 30. Ebenso groß ist das statische Moment der am Hebelarm 5 angreifenden Kraft 6; also halten sich beide Kräfte das Gleichgewicht.

Wenn auf jeder Seite des Drehpunkts mehrere Kräfte angreifen, so halten sie sich das Gleichgewicht, wenn die Summe der statischen Momente auf beiden Seiten gleich ist. So ist z. B. für den in Fig. 5 dargestellten Fall die Summe der statischen Momente auf der linken Seite $3 \cdot 4 + 10 \cdot 3 = 42$, auf der rechten Seite aber $5 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 6 = 42$; also auch hier sind die Bedingungen des Gleichgewichts erfüllt.

Wenn der Drehpunkt m zwischen den Angriffspunkten der beiden Kräfte liegt, so hat man mit einem zweiarmigen Hebel zu thun. Die *Schnellwage*, Fig. 6, ist ein Beispiel des zweiarmigen Hebels.

Der Drehpunkt eines zweiarmigen Hebels hat (das Gewicht der Hebelstange abgerechnet) einen Druck auszuhalten, welcher gleich ist der Summe der rechtwinkelig angreifenden Kräfte. In den durch Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten Fällen ist also der Druck auf den Drehpunkt m gleich 16 und 24. Es läßt sich dies experimentell durch die Anordnung Fig. 7 nachweisen; das Gewicht des Hebels abgerechnet ist $N = P + R$.

Denken wir uns den Punkt a in der Weise befestigt, daß er den Drehpunkt des Hebels ab bildet, so haben wir jetzt einen einarmigen Hebel, den die Kräfte R und N nach entgegengesetzten Seiten zu drehen streben. Es findet Gleichgewicht statt, wenn sich R zu N verhält, wie die Länge am zu ab. Beispiele der Anwendung des einarmigen Hebels sind in Fig. 8, 9 und 10 dargestellt.

Wenn in der Vorrichtung Fig. 7 die beiden Punkte a und b festgestellt werden, so haben sie zusammen einen nach oben gerichteten Druck auszuhalten, welcher gleich N ist, und zwar ist der Druck, den a auszuhalten hat, gleich P, der Druck, den b auszuhalten hat, ist R.

Wenn zwei Träger mittels einer Bahre, Fig. 11, eine Last tragen, so vertheilt sie sich nur dann gleich auf beide Träger, wenn sie in der Mitte liegt. Je mehr sie dem einen Träger zugeschoben wird, desto größer wird der Antheil der Last, welchen er zu tragen hat.

Wenn an einem Hebel amb, Fig. 12, zwei Kräfte ac und bd (die Längen ac und bd sind den in a und b eingreifenden Kräften proportional aufgetragen) nicht rechtwinkelig, sondern schief angreifen, so wirken sie gerade so, als ob sie rechtwinkelig an den Hebelarmen mo und mn angriffen, welche man erhält, wenn man von dem Drehpunkt m ein Perpendikel auf die verlängerten Richtungen der beiden Kräfte fällt. Das statische Moment der einen Kraft ist also ac.mo, das der andern ist bd.mn und Gleichgewicht findet statt, wenn ac.mo = bd.mn.

Die Hebelgesetze finden überall eine Anwendung, wo es sich um die Umdrehung irgendeines festen Körpers um eine Axe handelt, wie z. B. bei der Hebung von Lasten mittels des *Haspels*, Fig. 13, bei welchem sich die am Ende des Kurbelarms angreifende Kraft des Arbeiters zu der am Wellbaum hängenden Last verhält, wie der Halbmesser des Wellbaums zum Kurbelarm.

Auf die Lehre vom Hebel läßt sich die *Lehre vom Schwerpunkt* zurückführen. Jeder feste Körper ist als ein Complex einer kleinern oder größern Anzahl von Moleculen zu betrachten, welche in unveränderter gegenseitiger Stellung verharren und deren jedes von der Schwerkraft afficirt ist. Die Richtung, mit welcher die Schwere die einzelnen Molecule des festen Körpers antreibt, ist für alle dieselbe, es ist die Richtung des Bleiloths; wir müssen also jeden schweren Körper betrachten, als sei er durch eine Reihe unter sich paralleler Kräfte angegriffen. Die Resultirende, die Summe, aller dieser unter sich parallelen Elementarkräfte ist das *Gewicht* des Körpers. Der Angriffspunkt dieser Resultirenden aber ist der *Schwerpunkt* des Körpers.

Ohne das Gleichgewicht zu stören, kann man sich das Gewicht des Körpers in seinem Schwerpunkt vereinigt denken. Ein fester Körper ist im Gleichgewicht, sobald sein Schwerpunkt unterstützt ist.

Wenn ein fester Körper in einem festen Punkte aufgehängt ist, um den er sich übrigens frei drehen kann, so lassen sich drei Fälle des Gleichgewichts unterscheiden:

1) der Unterstützungs- und Drehpunkt des Körpers geht durch seinen Schwerpunkt, Fig. 14. In diesem Falle findet Gleichgewicht statt, welches übrigens die Lage des Körpers sein mag. Er ist im Gleichgewicht, mag er nun die Lage AB oder die Lage CD oder irgendeine andere haben (*indifferentes Gleichgewicht*);

2) der Schwerpunkt liegt vertical unter dem Aufhängepunkt, Fig. 15. Wird der Körper durch irgendeine äußere Kraft aus dieser Lage herausgebracht, erhält er z. B. eine solche Lage, daß sein Schwerpunkt von s nach s' versetzt wird, so wirkt nun das Gewicht des Körpers auf s' in der Art, daß es ihn in seine ursprüngliche Lage zurückzuführen strebt (*stabiles, festes Gleichgewicht*);

3) der Schwerpunkt liegt vertical über dem Drehpunkt. Hier ist allerdings noch Gleichgewicht möglich, dasselbe wird aber durch die geringste Kraft vollkommen vernichtet, sodaß, nachdem die störende Kraft zu wirken aufgehört hat, eine Rückkehr in die vorherige Gleichgewichtslage nicht stattfindet (*labiles* oder *unsicheres Gleichgewicht*).

Ein interessantes Beispiel des stabilen Gleichgewichts bietet Fig. 17. Ein Holzstück B, welches unten mit einer Stahlspitze versehen ist, wird mittels dieser auf

eine flach ausgehöhlte Stahlplatte gesetzt, welche die obere Endfläche des Stativs A bildet. Das Holzstück B wird umfallen, weil sein Schwerpunkt über dem Unterstützungspunkte liegt. Wenn aber durch B ein Drahtbogen MN gezogen wird, welcher an beiden Enden die Bleikugeln P trägt, so fällt nun der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Holzstücks B und der beiden Bleikugeln P unter die Stahlspitze, es findet also jetzt ein stabiles Gleichgewicht statt. B fällt jetzt nicht mehr um, der Körper ist jetzt eigentlich aufgehängt.

Wenn ein Körper mit mehr oder weniger breiter Basis auf dem Boden steht, so muß die durch seinen Schwerpunkt gezogene Verticale noch die Basis treffen, wenn der Körper nicht alsbald umfallen soll. Demnach muß der schiefe Cylinder, Fig. 18, im Gleichgewicht sein, wenn er nur die schattirte Höhe hat; er müßte umfallen, wenn er eine solche Höhe hätte, daß sein Schwerpunkt in b läge. — Ein Mensch steht fest, wenn ein vom Schwerpunkt seines Körpers gefälltes Perpendikel den Boden in einem Punkte trifft, welcher innerhalb des Raums liegt, welcher durch die Sohlen der beiden Füße begrenzt wird. Nimmt man eine Last in die linke Hand, Fig. 19, so beugt man den Körper auf die rechte Seite, trägt man eine Last auf dem Rücken, Fig. 20, so muß man den Oberkörper vorbeugen.

Wenn ein auf irgendeiner vieleckigen Basis stehender Körper umgeworfen werden soll, so muß er um irgendeine seiner Grundkanten, etwa um a, Fig. 21, gedreht werden, bis sein Schwerpunkt s in s', vertical über a angekommen ist. Ließe die Kraft, welche das Umwerfen bewirken soll, eher nach, als der Schwerpunkt in s' angekommen ist, so fiele der Klotz in seine ursprüngliche Lage zurück, hat man aber den Schwerpunkt nur im mindesten über s' hinausgebracht, so fällt nun der Klotz von selbst ganz um.

Ein Körper steht um so fester, d. h. seine Stabilität oder Standfestigkeit ist um so größer, je mehr Kraft man anwenden muß, um den Schwerpunkt von s nach s' zu bringen. Die Stabilität wächst mit dem Gewicht des Körpers und mit der Breite seiner Basis, und sie ist unter sonst gleichen Umständen um so größer, je tiefer sein Schwerpunkt liegt.

Die Lehre vom Schwerpunkt findet auch bei der Wage ihre Anwendung; sie besteht aus einem Stabe, oder einem durchbrochenen Balken Fig. 22, welcher um eine wagerechte Axe (Schneide) drehbar ist, die sich in der Mitte seiner Länge befindet. An den beiden Enden sind Schneiden angebracht, an welchen die Wagschalen aufgehängt werden. Die drei Schneiden liegen in einer geraden Linie. Der Wageballen ist nun so geformt, daß sein Schwerpunkt unter der mittlern Schneide liegt. Bei gleicher Belastung auf beiden Seiten muß sich deshalb der Wageballen horizontal stellen, bei einem Uebergewicht auf einer Seite muß er sich aber um so mehr nach dieser Seite neigen, er muß einen um so größern Ausschlag geben, je größer das Uebergewicht ist.

Da zwei auf einem Punkt zusammenwirkende Seitenkräfte sich durch ihre Resultirende ersetzen lassen, so muß auch jede Kraft in zwei Seitenkräfte zerlegbar sein, wie dies am schönsten durch die schiefe Ebene erläutert wird. Wenn eine Last a, Fig. 23, auf einer Ebene RS liegt, welche mit der Horizontalen einen Winkel x bildet, so läßt sich die Schwerkraft des Körpers a, welche durch die Linie ab dargestellt sein mag, in zwei Seitenkräfte zerlegen, von denen die eine da rechtwinkelig gegen die Ebene RS als Druck wirkt, während die andere Seitenkraft ca den Körper zur schiefen Ebene heruntertreibt. Die Seitenkraft ca wird um so kleiner, je kleiner der Winkel x, und zwar verhält sich ac zum Gewicht des Körpers, wie die Höhe ST der schiefen Ebene zu ihrer Länge RS. — Jeder zu einer Anhöhe hinaufführende Weg ist eine schiefe Ebene.

Die Schraube ist eine um einen Cylinder herumgelegte schiefe Ebene. Es sei aof, Fig. 24, ein rechtwinkeliges Stück Papier, dessen verticale Kathete an einem Cylinder befestigt ist. Wird nun das Papier um den Cylinder herumgewickelt, so bildet die Hypotenuse af auf dem Cylinder eine Schraubenlinie, deren Lauf man in der Figur leicht verfolgen kann.

Denken wir uns längs der Schraubenlinie ein kleines Dreieck von entsprechender Größe fortgeführt, so entsteht ein scharfes Schraubengewinde, Fig. 25; denkt man sich dagegen ein kleines Quadrat längs der Schraubenlinie fortgeführt, so entsteht das flache Schraubengewinde, Fig. 26. Solche Schraubengewinde, welche um einen soliden Cylinder herumgelegt sind, wie dabei Fig. 25 und 26 der Fall ist, werden Schraubenspindeln genannt. Werden aber die Schraubenwindungen in gleicher Weise an der innern Fläche eines hohlen Cylinders herumgeführt, so entsteht eine Schraubenmutter, Fig. 27. Einen mechanischen Effect kann man nur durch die Combination der Schraubenspindel mit einer dazu passenden Schraubenmutter erzielen. Bei der Schraubenwinde Fig. 28 z. B. steckt die Schraubenspindel s in der Schraubenmutter, welche in die innere Höhlung des Cylinderblocks mn eingeschnitten ist. Wird nun die Schraubenspindel gedreht, so werden ihre Windungen auf denen der Schraubenmutter wie auf einer schiefen Ebene auf- oder niedergleiten. Sollte also eine auf der Schraubenspindel liegende Last durch Umdrehung derselben gehoben werden, so ist klar, daß hier dieselben Principien zur Anwendung kommen, wie bei einer schiefen Ebene von gleicher Steigung.

Um das Verhältniß zwischen Kraft und Last an diesem Apparat noch mehr zu steigern, bringt man die Kraft, welche die Umdrehung der Spindel bewirken soll, nicht am Umfange derselben, sondern am Ende eines Hebelarmes l an. — In gleicher Weise, wie hier die Schraube zur Hebung einer bedeutenden Last verwendet wird, gebraucht man sie bei der Schraubenpresse um einen starken Druck zu erzeugen.

Der Flaschenzug, Fig. 29, ist eine Combination fester und beweglicher, durch Seile verbundener Rollen, durch welche eine größere Last mittels einer kleinern Kraft gehoben werden kann. Er besteht aus zwei festen, d. h. nicht verschiebbaren Rollen, welche in einem mittels eines Hakens aufgehängten Gehäuse (Flasche) vereinigt sind, und zwei Rollen, welche sich in einer beweglichen Flasche befinden. Diese Rollen sind durch ein Seil so verbunden, daß dasselbe abwechselnd von einer der obern festen zu einer der beweglichen unter Rollen geht; die obere Flasche ist also mit der unteren durch vier Seilstücke verbunden. Eine an der beweglichen Flasche angehängte Last Q vertheilt sich auf die vier Seile, jedes ist also nur durch $^1/_4$ Q gespannt. Betrachten wir nun das Seilstück, welches über die oberste feste Rolle geschlungen ist und welches auf der rechten Seite derselben frei ausläuft, so muß dasselbe offenbar auch mit der Kraft $^1/_4$Q angespannt sein, wenn Gleichgewicht stattfinden soll. Eine Kraft, die am Seil bei a mit einer Kraft von 25 Pfund zieht, ist also im Stande, eine an der beweglichen Flasche hängende Last von 100 Pfund zu heben. Während aber die bei a ziehende Kraft einen Weg von 4 Fuß zurücklegt, wird die Last Q nur um 1 Fuß gehoben.

Ein ähnliches Resultat ergibt sich bei allen mechanischen Potenzen: Hebel, schiefe Ebene, Schraube, Flaschenzug u. s. w., welche dazu dienen, mit einer

nen Kraft eine große Last zu heben oder einen großen Druck auszuüben. Was auf der einen Seite an Kraft gewonnen wird, verliert man andererseits an Geschwindigkeit.

II. Hydrostatik.

Hydrostatik ist die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten. Infolge der leichten Verschiebbarkeit der Theilchen haben die Flüssigkeiten die Eigenschaft, jeden Druck, welcher auf einen Theil ihrer Oberfläche ausgeübt wird, nach allen Seiten gleichmäßig fortzupflanzen. Darauf beruht die Wirkung der hydraulischen Presse, welche in Fig. 30 im Durchschnitt dargestellt ist. Sie besteht aus zwei Haupttheilen, dem Preßcylinder cc, in welchen von oben her ein Kolben pp eingesetzt ist, welcher von einem wasserdicht schließenden Lederringe umfaßt, auf- und niederbewegt werden kann, und einer in das Wasserbehälter bb eingesetzten Druckpumpe, deren Kolben s einen weit kleinern Durchmesser hat als der Preßkolben p. Der Preßcylinder cc ist mit der Druckpumpe durch das Metallrohr tt verbunden. Wenn nun der Hohlraum des Cylinders cc, die Verbindungsröhre tt und die Hohlräume der Druckpumpe vollständig mit Wasser gefüllt sind, so wird ein auf den Kolben s ausgeübter Druck sich gleichförmig durch tt nach cc so fortpflanzen, daß jedes Flächenstück der Basis von pp, welches ebenso groß ist wie der Querschnitt von s, einen Druck auszuhalten hat, welcher demjenigen gleich ist, mit welchem s niedergedrückt wird. Nehmen wir an, der Durchmesser von p sei 10 mal größer als der Durchmesser von s, so ist die Grundfläche von p 100 mal so groß als die von s. Wenn also s mit einer Kraft von 25 Pfund niedergedrückt wird, so wird p mit einer Kraft von 2500 Pfund gehoben.

Wenn der Kolben s, nachdem er heruntergedrückt worden ist, wieder aufgezogen wird, so schließt sich das Ventil d und hindert den Rückgang des Wassers von c nach der Druckpumpe, in welche aber nun eine neue Quantität Wasser durch das jetzt geöffnete Ventil i aus dem Behälter bb eintritt. Das Aufziehen und Niederdrücken des Kolbens s geschieht aber nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung eines einarmigen Hebels, wie man Fig. 31 sieht, welche die äußere Ansicht der Druckpumpe darstellt.

Da die Flüssigkeiten schwer sind, so müssen sie auch einen Druck auf den Boden der Gefäße ausüben, in welchen sie enthalten sind, und zwar ist die Größe dieses Drucks nur abhängig von der Größe der Bodenfläche und von ihrer Tiefe unter dem Wasserspiegel, der Bodendruck ist unabhängig von der Gestalt der Gefäße. So ist z. B. der Bodendruck in den drei Gefäßen a, b und c, Fig. 32, ganz derselbe, wenn ihr horizontaler Boden gleich groß ist und sie zu gleicher Höhe mit Wasser gefüllt sind, und zwar ist der Bodendruck gleich dem Gewichte der Wassersäule in a, obgleich die Wassermasse in b viel kleiner, in c aber viel größer ist.

Aus einer Combination der Sätze vom Bodendruck und der gleichförmigen Fortpflanzung des Drucks in Flüssigkeiten ergibt sich der Satz, daß in communicirenden Gefäßen oder Röhren, d. h. in solchen Gefäßen, welche unten miteinander in Verbindung stehen, für den Fall des Gleichgewichts die Flüssigkeit gleich hoch stehe, Fig. 33, welches auch die Gestalt der Gefäße sein mag, vorausgesetzt natürlich, daß in beiden Gefäßen oder Röhren die gleiche Flüssigkeit enthalten ist.

Sind in den beiden Röhren verschiedene Flüssigkeiten enthalten, so verhalten sich die Höhen der Flüssigkeitssäulen, welche sich das Gleichgewicht halten, umgekehrt wie ihre specifischen Gewichte. Ist z. B. der untere Theil des Apparats, Fig. 34, mit Quecksilber gefüllt, so muß man im längern Rohr eine Wassersäule aufschütten, welche $13\frac{1}{2}$ mal so hoch ist, als die Quecksilbersäule, welcher sie das Gleichgewicht hält.

Eine weitere Folge der gleichförmigen Fortpflanzung des Drucks und der Schwere der Flüssigkeiten ist es ferner, daß jeder Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht wird, einen Auftrieb auszuhalten hat, d. h. einen von unten nach oben gerichteten Druck, welcher den Körper zu heben strebt. Diesen Auftrieb kann man durch die Vorrichtung, Fig. 35 u. 36, anschaulich machen. Der untere Rand einer $1\frac{1}{2}$—2 Zoll weiten Glasröhre ist unten genau eben abgeschliffen; ab ist eine Metallscheibe, welche mit einem Haken versehen ist, sodaß man sie an einer durch die Röhre hindurchgehenden Schnur aufhängen kann. Wenn man die Schnur anzieht, so ist die untere Oeffnung der Röhre vollständig geschlossen. Wird sie nun so in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht (Fig. 36), so ist es nicht mehr nöthig die Schnur anzuziehen, um das Herunterfallen der Platte zu verhindern. Sie wird jetzt durch den Auftrieb angedrückt.

Eine Folge des Auftriebs ist das archimedische Princip, demzufolge jeder Körper, welcher in eine Flüssigkeit eingetaucht ist, so viel an seinem Gewicht verliert, als die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmasse wiegt. Die Richtigkeit dieses Princips wird durch den Apparat Fig. 37 bewiesen. Die eine Wagschale der Wage Fig. 22 wird durch eine gleich schwere kürzere ersetzt und an diese unten zwei Metallcylinder c und p angehängt, von denen p ein massiver Cylinder ist, welcher genau in die Höhlung von c paßt. Nachdem man auf die Wagschale links so viel Gewicht gelegt hat, daß das Gewicht der beiden Cylinder c und p äquilibrirt ist, wird nun p in Wasser eingetaucht und dadurch natürlich das Gleichgewicht gestört. Um es wiederherzustellen genügt es, die Höhlung von c mit Wasser zu füllen, also gerade so viel Wasser einzugießen, als durch p verdrängt worden ist.

Das archimedische Princip liefert ein treffliches Mittel, um das specifische Gewicht fester und flüssiger Körper zu ermitteln. Zunächst hängt man an der kurzen Wagschale Fig. 38 mittels eines feinen Fadens den zu bestimmenden Körper an und bestimmt sein absolutes Gewicht P. Dann taucht man ihn in Wasser ein und ermittelt den Gewichtsverlust p, so ist das specifische Gewicht des Körpers $s = \frac{P}{p}$.

Noch bequemer als die hydrostatische Wage (Wage mit einer kurzen Wagschale) ist zur Bestimmung des specifischen Gewichts fester Körper das Nicholson'sche Aräometer, Fig. 39. An einem hohlen, beiderseits konisch geschlossenen Cylinder B von Messingblech ist unten ein massiver Metallkonus angehängt, oben aber ein Stäbchen befestigt, welches ein Tellerchen zur Aufnahme der zu wägenden Körper und der Gewichte trägt. Der zu wägende Körper wird einmal oben, dann aber auf den Konus C gelegt und jedesmal so viel Gewicht beigefügt, daß das Instrument bis zu einer am Stäbchen angebrachten Marke O einsinkt.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts flüssiger Körper wendet man die Senkwagen oder Scalenaräometer, Fig. 40. Sie bestehen aus einer Glasröhre, an welche unten ein weiterer mit Schrot oder Quecksilber beschwerter Glascylinder angesetzt ist. Ein solcher Apparat sinkt in eine Flüssigkeit um so tiefer ein, je geringer deren specifisches Gewicht ist.

Es kommt also nur darauf an, in dem Rohr BXO eine entsprechende Scala anzubringen. Wissenschaftlichen Werth haben nur die Scalen (Volumeter und Densimeter), mittels deren man das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt, oder solche Scalen, welche den Procentgehalt einer Flüssigkeit (wie z. B. das Alkoholometer den Alkoholgehalt eines verdünnten Weingeistes) angeben und welche man Procentaräometer nennt.

III. Aerostatik.

Daß die Luft schwer ist, läßt sich mittels eines Glasballons, Fig. 41 (auf Taf. 1 steht 14 statt 41) zeigen, welcher, mittels der Luftpumpe luftleer gemacht, an den einen Arm einer Wage angehängt und äquilibrirt wird. Oeffnet man nun den Hahn, sodaß wieder Luft in den Ballon einströmt, so senkt sich der Arm der Wage, an welchem er hängt, und man muß auf der andern Seite wieder Gewicht zulegen, um das Gleichgewicht herzustellen. Durch derartige Versuche hat man ermittelt, daß die atmosphärische Luft unter den gewöhnlichen Umständen ungefähr 1000 mal leichter ist, als ein gleiches Volumen Wasser.

Eine zweite Eigenschaft der Luft und anderer Gase ist ihre Expansionskraft, vermöge deren ein gegebenes Luftquantum auf $^1/_2$, $^1/_{10}$ u. s. w. seines ursprünglichen Volumens zusammengepreßt werden kann, während es sich bei entsprechender Verminderung des Drucks auf das 2fache, 10fache u. s. w. Volumen auszudehnen im Stande ist. Die Expansibilität der Luft läßt sich auf folgende Weise zeigen. Man binde die Oeffnung einer runzeligen, also nicht ganz mit Luft gefüllten Thierblase, Fig. 42, luftdicht zu und lege sie unter die Glocke der Luftpumpe. Sobald die Luft im Recipienten verdünnt, also der Druck vermindert wird, welcher bisher auf der in der Blase eingeschlossenen Luft lastete, wird sich dieselbe ausdehnen und sie aufblähen. Sie schrumpft wieder zusammen, sobald man die Luft wieder in den Recipienten einläßt.

Infolge der Schwere der Luft muß die Atmosphäre einen Druck auf jeden Körper der Erdoberfläche ausüben, wie sich durch folgenden Versuch zeigen läßt: man spanne eine Thierblase über einen beiderseits offenen Metallcylinder und setze ihn auf den Teller der Luftpumpe, Fig. 43, so wird sich die Blase nach innen krümmen und endlich zersprengt werden, wenn man die Luft aus dem Innern des Cylinders herauszieht.

Wenn man eine Glasröhre in Wasser taucht, so stellt sich dasselbe im Rohr so hoch wie außen. Wenn man aber mit dem Mund die Luft aus dem Rohr herauszieht, Taf. 2, Fig. 1, so steigt das Wasser in der Röhre, weil der auf dem äußern Wasserspiegel lastende Luftdruck es in den verdünnten Raum im Rohre hineinpreßt.

Wenn man ein Rohr, an dessen unterm Ende sich ein gut schließender Kolben befindet, in ein Gefäß mit Wasser taucht und dann den Kolben aufzieht, so steigt gleichfalls das Wasser im Rohr. Darauf gründet sich die Construction der Pumpen.

Der Luftdruck verhindert auch das Ausfließen des Wassers aus der engen Oeffnung des Hebers, Fig. 2 und 3, wenn derselbe mit Wasser gefüllt und oben zugehalten wird. Auch das continuirliche Ausfließen des Wassers aus dem untern Ende a, Fig. 4, des längern Schenkels eines Hebers, dessen kürzerer Schenkel in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht ist, beruht auf dem Luftdruck. Das Fließen des Hebers bei e, Fig. 5, hört auf, wenn man die Oeffnung des Röhrchens bei a zuhält.

Die Größe des Luftdrucks wird durch das Barometer gemessen. Füllt man ein einerseits ganz geschlossenes Rohr von nahe 1 Meter Länge ganz mit Quecksilber, schließt dann die Oeffnung mit dem Finger, um bei umgekehrter Lage die Oeffnung in ein Gefäß mit Quecksilber einzutauchen, Fig. 6, so kann man nun den Finger von der Oeffnung wegziehen, ohne daß das Quecksilber ganz aus dem Rohr herausfällt. Im Rohr bleibt vielmehr eine Quecksilbersäule von ungefähr 28 Zoll stehen. Ueber der Quecksilbersäule befindet sich im Rohr ein luftleerer Raum, das Torricellische Vacuum. Die Höhe der Quecksilbersäule im Rohr ist ein Maß für die Größe des Luftdrucks. Die gewöhnlichern Formen des Barometers sind: das Gefäßbarometer, Fig. 7, und das Heberbarometer, Fig. 8.

Das Gesetz, nach welchem sich das Volumen einer gegebenen Luftmasse ändert, wenn der Druck variirt, wird nach seinem Entdecker das Mariotte'sche Gesetz genannt. Das Gesetz heißt: Das Volumen einer gegebenen Luftmenge ist dem Druck umgekehrt proportional, unter welchem sie steht. Zur Bestätigung dieses Gesetzes dient der Apparat Fig. 9. Er besteht aus einer kurzen oben geschlossenen Röhre, welche mit einer langen, oben offenen in Verbindung steht. Zunächst wird so viel Quecksilber eingegossen, daß im kurzen Rohr ein Luftvolumen abgesperrt ist, während das Quecksilber in beiden Schenkeln gleich hoch steht, Fig. 10. Die abgesperrte Luftmenge steht nun unter dem Druck der Atmosphäre. Um die abgesperrte Luft auf $^1/_2$ (Fig. 11) oder auf $^1/_3$ (Fig. 9) ihres ursprünglichen Volumens zu comprimiren, muß man im längern Rohr so viel Quecksilber aufgießen, daß es hier um die Höhe von 1 oder 2 Barometerhöhen über dem Niveau des Quecksilbers im kurzen Rohr steht.

Um die Luft in einem beliebigen Recipienten zu verdünnen, bedient man sich der Luftpumpe. Eine einfache Handluftpumpe ist in Fig. 12 dargestellt. In einem hohlen Messingcylinder A bewegt sich ein Kolben, welcher beim Aufziehen luftdicht schließt. Das untere Ende des Cylinders (Stiefels) A ist durch das Glasrohr t in Verbindung mit dem Teller dd, auf welchem eine Glasglocke luftdicht aufgesetzt ist. Die Höhlung dieser Glocke bildet den luftleer zu machenden Raum, den Recipienten. Wenn nun der Kolben K aufgezogen wird, so bildet sich unter ihm ein verdünnter Raum, und in diesen strömt nun ein Theil der Luft aus dem Recipienten ein. Wenn der Kolben oben angekommen ist, wird er wieder niedergedrückt; dabei darf aber die Luft aus dem Stiefel nicht in den Recipienten zurückgehen; es wird dies durch ein Blasenventil verhindert, welches sich auf dem Boden des Stiefels befindet und welches sich durch einen Druck von unten öffnet, durch einen Druck von oben aber geschlossen wird. Ein gleiches Ventil befindet sich in der Höhlung des Kolbens K. Es öffnet sich beim Niederdrücken des Kolbens, um die Luft aus dem untern Theil des Stiefels entweichen zu lassen. Bei einem abermaligen Aufziehen des Kolbens schließt sich das Kolbenventil wieder, das Bodenventil öffnet sich und eine neue Portion Luft geht aus dem Recipienten in den Stiefel über u. s. w. Fig. 13 und 14 erläutern die Construction des Blasenventils im Kolben.

Durch Oeffnen des Hahns n kann die in ein Quecksilbergefäß eintauchende Glasröhre b mit der Höhlung des Stiefels und des Recipienten in Verbindung gesetzt werden. Beim Auspumpen der Luft wird dann das Quecksilber in b steigen, und aus der Höhe der hier gehobenen Quecksilbersäule kann man auf den Grad der Verdünnung schließen.

Bei der Construction der Luftpumpen kann man statt der Ventile auch entsprechend construirte Hähne anwenden

Man unterscheidet danach Ventil- und Hahnenluftpumpen. Fig. 15 und 16 stellen zwei Ansichten einer zweistiefeligen Ventilluftpumpe dar. Während der Kolben in einem Stiefel steigt, geht er im andern Stiefel nieder, sodaß immer ein Stiefel auspumpend wirkt, wodurch das Evacuiren sehr beschleunigt wird.

Die wichtigsten Luftpumpen-Versuche sind folgende. Auf die Mitte des Luftpumpentellers wird eine Hohlkugel von Messing aufgeschraubt, Fig. 17, von welcher ein durch einen Hahn verschließbarer Kanal vertical herabgeht, und auf diese dann eine zweite Halbkugel (Magdeburger Halbkugeln) luftdicht schließend aufgesetzt. Wenn man nun die Luft aus dem Innern der Hohlkugel herauspumpt und dann den Hahn schließt, so kann man mit der größten Kraftanstrengung die Halbkugeln nicht mehr auseinanderreißen, Fig. 18.

Fig. 19 stellt eine 8—10 Fuß lange, oben und unten mit einer Messingfassung versehene Glasröhre dar. Die untere, durch einen Hahn verschließbare Fassung kann auf eine Luftpumpe aufgeschraubt werden. In der Röhre befindet sich ein großes Schrotkorn und ein Papierscheibchen. Kehrt man die Röhre schnell um, sodaß das Ende, welches jetzt unten ist, das obere wird, so fällt das Papierscheibchen weit langsamer herab als das Schrotkorn, solange die Röhre mit Luft gefüllt ist. Sobald sie aber luftleer gemacht ist, fallen Schrotkorn und Papierscheibe gleich schnell.

Wenn man ein Gefäßbarometer von der Form Fig. 20 unter eine enge und hohe Luftpumpen-Glocke, Fig. 21, setzt, so wird die Quecksilbersäule des Barometers fallen, sobald man die Luft mehr und mehr aus dem Recipienten auszieht, sie steigt wieder, wenn man Luft einläßt.

Das archimedische Gesetz gilt auch für Luft. Jeder in Luft eingetauchte Körper verliert an seinem Gewicht so viel, als die verdrängte Luftmasse wiegt. Ist ein Körper leichter als die verdrängte Luftmasse, so muß er steigen. Der Luftballon steigt, wenn die Hülle desselben sammt dem eingeschlossenen leichten Gase (Wasserstoffgas oder Leuchtgas) weniger wiegt, als ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft. — In Fig. 12 sehen wir unter der Glocke der Luftpumpe einen Apparat (Baroskop), welcher dazu dient, den Gewichtsverlust der Körper in der Luft zu erläutern. An einem kleinen Wagbalken hängt einerseits eine hohle Glaskugel, andererseits eine massive Metallkugel, welche sich einander das Gleichgewicht halten, wenn der Apparat im lufterfüllten Raume steht. Unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, sinkt aber die Glaskugel um so tiefer, je weiter evacuirt wird.

Um kleinere Räume möglichst vollkommen luftleer zu machen, wendet man die Quecksilberluftpumpe, Fig. 22, an. Das Glasgefäß A steht durch die Glasröhre C und den starken Gummischlauch D mit dem Glasgefäß B in Verbindung. Oben ist A durch einen Glashahn geschlossen, dessen Construction aus Fig. 23 deutlicher zu ersehen ist, und welcher je nach seiner Stellung die Verbindung von A mit der Höhlung der kleinen Glaskugel p oder mit dem bei r anzusetzenden kleinen Recipienten vermittelt. Während der Hahn so steht, daß A mit p verbunden ist, wird B so hoch gehoben, daß das Quecksilber bis in die Mitte der kleinen Kugel p steigt. Wird nun der Hahn um $^1/_4$ Umdrehung gedreht, sodaß jetzt Verbindung zwischen A und dem Recipienten besteht, und dann B langsam gesenkt, so sinkt das Quecksilber in A, und die Luft tritt zum größten Theil aus dem Recipienten nach A. Nun wird der Hahn wieder in seine Anfangsstellung gebracht und durch Heben von B die Luft aus A durch p ausgetrieben, u. s. w.

Auch zum Comprimiren der Luft hat man Apparate construirt, welche man als Compressionspumpen bezeichnet. Eine der bekanntesten Formen der Compressionspumpe ist die Windbüchse, Fig. 24. Der Recipient der Windbüchse ist durch ein Ventil geschlossen, welches sich durch einen Druck von außen öffnet, durch einen Druck von innen aber schließt. Dieser Recipient wird an das Laderohr angeschraubt, in welchem ein massiver Kolben auf- und abbewegt werden kann. Wenn sich der Kolben am untern Ende seiner Bahn befindet, so dringt die Luft durch die Oeffnungen a in das Laderohr ein; diese Luft wird nun beim Hinauftreiben des Kolbens in das Reservoir hineingepreßt; wird der Kolben dann wieder niedergezogen, so kann die Luft aus dem Recipienten nicht wieder zurücktreten, das Laderohr füllt sich aber, wenn der Kolben unten angekommen ist, von neuem mit Luft, die abermals in den Recipienten hineingepreßt wird u. s. w.

Der Heronsball ist ein zum Theil mit Wasser, zum Theil mit Luft gefülltes geschlossenes Gefäß, in welches ein mit enger Oeffnung versehenes Rohr fast auf den Boden hinabreicht. Wird nun die Luft im Apparat comprimirt, so wird durch den Druck derselben ein Wasserstrahl durch die Röhre hinausgetrieben. Die einfachste Form des Heronsballs ist die Spritzflasche der Chemiker, Fig. 25, bei welcher die Compression durch Einblasen der Luft mit dem Munde bewerkstelligt wird. Fig. 26 stellt einen metallenen Heronsball dar, welcher, um Luft einzupressen, auf eine Compressionspumpe aufgeschraubt wird.

Solche Apparate, welche man braucht, um den Druck, die Spannkraft eingeschlossener Gase und Dämpfe zu messen, nennt man Manometer; eine der einfachsten Formen derselben, wie sie zum Messen des Gasdrucks in den Leuchtgas-Röhrenleitungen gebraucht wird, ist in Fig. 27 dargestellt, eine doppelt gebogene Glasröhre, welche mit dem unten offenen Schenkel bei a auf den Gasbehälter aufgesetzt wird, während die oben offene Mündung d mit der atmosphärischen Luft communicirt. Die Flüssigkeit steigt in cd, wenn der Druck des eingeschlossenen Gases von a her größer ist als der der äußern Luft. Fig. 28 zeigt eine etwas andere Form des Manometers, wie sie von den Chemikern als Sicherheitsröhre bezeichnet wird.

Wenn es sich nur um ganz geringen Ueberdruck des eingesperrten Gases handelt, dient Wasser als Sperrungsflüssigkeit. Wird der Ueberdruck stärker, so muß man Quecksilber nehmen und die Manometerröhren lang genug machen, um Quecksilbersäulen von namhafter Höhe aufnehmen zu können.

Zur Messung sehr starken Gas- oder Dampfdrucks wendet man oben geschlossene, mit Luft gefüllte Manometerröhren, Fig. 29, an. Hier ist es also nicht allein der Druck der gehobenen Quecksilbersäule, welchem das eingeschlossene Gas oder der Dampf das Gleichgewicht zu halten hat, sondern der Druck der im Manometer vorher abgesperrten Luft, welcher auf 2, 4, 8 u. s. w. Atmosphären steigt, wenn sie auf $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ ihres ursprünglichen Volumens zusammengepreßt wird. Solche Manometer nennt man Compressionsmanometer.

IV. Dynamik.

Die Dynamik begreift die Lehre von der Bewegung. Die beiden Grundgesetze der Bewegung sind:

1) Das Gesetz der Trägheit, demzufolge jeder Körper in dem Bewegungszustand zu beharren strebt, in dem er sich eben befindet. Es ist also stets eine Kraft nöthig, um den Bewegungszustand eines Körpers zu ändern. Wenn keinerlei Kraft auf einen bewegten

Körper einwirkt, so bewegt er sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit in gerader Richtung fort.

2) Wenn auf einen bewegten Körper eine Kraft einwirkt, so ist der Weg, welchen er in einem kleinen Zeittheilchen zurücklegt, die Resultirende derjenigen Bahnen, welche der Körper einerseits vermöge der bereits erlangten Geschwindigkeit, und andererseits unter dem alleinigen Einfluß der beschleunigenden Kraft zurücklegen würde.

Am einfachsten läßt sich dies beim Fallgesetz nachweisen. Ein Körper, der eine Zeit lang gefallen ist, hat dadurch eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, vermöge deren er sich auch noch fortbewegen würde, wenn auch die Schwerkraft auf ihn zu wirken aufhörte; in jeder folgenden Secunde summirt sich also die schon erlangte Geschwindigkeit mit der neuen Wirkung der Schwere.

Aus einer mathematischen Discussion der eben angedeuteten Grundsätze ergeben sich nun folgende Gesetze des freien Falls:

1) Die Fallräume sind dem Quadrate der Fallzeiten proportional. Der Fallraum der ersten Secunde beträgt ohngefähr 15 Fuß. Es sind demnach die Fallräume von

1	2	3	4	5	6	Secunden
15	60	135	240	375	540	Fuß.

2) Die Endgeschwindigkeiten sind den Fallzeiten proportional, und zwar ist die Endgeschwindigkeit von

1	2	3	4	5	6	Secunden
30	60	90	120	150	180	Fuß,

d. h. wenn die Schwere z. B. am Ende der vierten Secunde zu wirken aufhörte, so würde der Körper in jeder folgenden Secunde doch noch einen Weg von 120 Fuß zurücklegen.

Wie man sieht, sind für den freien Fall die wenigen Secunden entsprechenden Fallräume viel zu groß, als daß man die Richtigkeit des Gesetzes durch den Versuch bequem constatiren könnte. Zu diesem Zweck muß man dafür sorgen, daß der Fall nach dem gleichen Gesetz viel langsamer vor sich geht, wie dies bei der Fallrinne, Fig. 30, geschieht. Wenn man dem Stück a b der Rinne eine solche Neigung gegen die Horizontale gibt, daß eine Kugel in 1 Secunde den Weg von 1 Decimeter (von 1 bis b) durchläuft, so werden in 2 und 3 Secunden die Wege von 4 und 9 Decimeter (also von 4 und 9 bis b) durchlaufen.

Ist die Kugel in 1 Secunde von 1 bis b herabgerollt, so hat sie nun eine solche Geschwindigkeit erlangt, daß sie auf der horizontalen Rinne b c, also ohne weitere Beschleunigung von b bis 2 läuft. Ist die Kugel in 2 oder in 3 Secunden von 4 oder von 9 bis b herabgerollt, so läuft sie in der folgenden Secunde auf der horizontalen Rinne noch bis 4 oder bis 6.

Noch genauer lassen sich diese Gesetze mit der Atwood'schen Fallmaschine, Taf. 1, Fig. 44, beweisen. Sie besteht im wesentlichen aus einer um eine horizontale Axe leicht drehbaren Rolle, welche auf dem Gipfel einer ohngefähr 6 Fuß hohen verticalen Säule befestigt ist. Ueber die Rolle ist eine Schnur geschlungen, an deren Enden gleiche Gewichte m und n hängen. Legt man auf der einen Seite auf n ein Uebergewicht r auf, so wird n und r fallen und m steigen. Der Fall von n und r geht aber um so langsamer vor sich, je kleiner r im Vergleich zu m + n. Hat man das Uebergewicht r so justirt, daß der Fallraum der ersten Secunde 1 Zoll beträgt, so beträgt der Fallraum von 2, 3, 4 u. s. w. Secunden 4, 9, 16 u. s. w. Zoll.

Fig. 45 zeigt das Gewicht n sammt dem Uebergewicht r, wie es für den eben besprochenen Versuch eingerichtet sein muß. Um aber Versuche über die Endgeschwindigkeit zu machen, welche der fallende Körper in 2, 3, 4 Secunden erlangt, muß man dafür sorgen, daß das Uebergewicht nach 2, 3, 4 Secunden weggenommen wird. Zu diesem Zweck muß das Uebergewicht die Gestalt Fig. 46 haben, sodaß es auf einem in Fig. 44 sichtbaren durchbrochenen Schieber liegen bleibt, während das Gewicht n frei durch die Höhlung dieses Schiebers hindurchgeht.

Stellt in Fig. 30, Taf. 2, a 1 den Fallraum der ersten Secunde dar, so ist a 2, a 3, a 4 und a 5 der Fallraum von 2, 3, 4 und 5 Secunden.

Beim freien Fall ist die Richtung der Bewegung die gleiche wie die Richtung der beschleunigenden Kraft; wenn dies nicht der Fall ist, so bewirkt die beschleunigende Kraft eine stetige Abweichung von der Bewegungsrichtung, infolge dessen der Körper eine krumme Linie beschreibt, wie dies z. B. bei der Wurfbewegung der Fall ist. Nehmen wir z. B. an, dem Körper in a, Fig. 31, werde in horizontaler Richtung ein Stoß ertheilt, vermöge dessen er sich am Ende der 1., 2., 3., 4., 5. Secunde in den Punkten b, c, d, e, f befinden würde, so wird er durch die Schwerkraft in 1, 2, 3, 4, 5 Secunden um die Längen a 1, a 2, a 3, a 4 und a 5 von den Punkten b, c, d, e, f herabgezogen sein, kurz der horizontal geworfene Körper beschreibt die Bahn a b′c′d′f′, welche eine Parabel sein würde, wenn kein Luftwiderstand stattfände.

Wenn einem Körper, welcher durch eine beschleunigende Kraft stets gegen einen und denselben Anziehungsmittelpunkt angezogen wird, einmal ein seitlicher Impuls von entsprechender Größe mitgetheilt wird, so combinirt sich seine seitliche Geschwindigkeit in der Weise mit der Centralkraft (Centripetalkraft), daß er sich in einer krummen Linie um den Anziehungsmittelpunkt herumbewegt. Von dieser Art ist die Bewegung der Erde und der übrigen Planeten um die Sonne. Wie eine solche Centralbewegung zu Stande kommt, wird durch Fig. 32, Taf. 2, erläutert.

Nehmen wir an, der Körper a werde mit einer solchen Kraft gegen den Anziehungsmittelpunkt m getrieben, daß er in der Zeiteinheit den Weg a c zurücklegen würde, gleichzeitig aber sei er mit einer seitlichen Geschwindigkeit behaftet, vermöge deren er sich in der Zeiteinheit von a nach b bewegen würde, so muß er unter dem gleichzeitigen Einfluß der Centralkraft und der seitlichen Geschwindigkeit in der Zeiteinheit den Weg a d zurücklegen. In d kommt er aber mit solcher Geschwindigkeit an, daß er sich nach dem Gesetze der Trägheit in den folgenden Zeittheilchen von d nach e bewegen würde; durch die neue Einwirkung der Centralkraft wird er aber abermals um d f gegen m hingetrieben, er wird also in diesem Zeittheilchen den Weg d g zurücklegen u. s. w. Die gebrochene Linie a d g geht aber in Wirklichkeit in eine krumme Linie über, da die Centralkraft nicht stoßweise, sondern stetig wirkt. Die Natur der krummen Linie, welche a um m beschreibt, hängt von dem Verhältniß der Centralkraft zu der seitlichen Geschwindigkeit (Tangentialkraft) ab.

Wenn die Centralkraft in einem bestimmten Moment auf den Körper zu wirken aufhörte, so würde er sich in der Richtung der Tangente seiner bisherigen Bahn, also in gerader Linie fortbewegen; durch die Centralkraft wird er aber beständig aus der tangentialen Richtung heraus gegen den Anziehungsmittelpunkt hingetrieben.

Wenn ein Körper um einen festen Mittelpunkt herumgeschleudert wird, wie z. B. der Stein (Fig. 3, Taf. 2) um die Hand, welche hier den Centralpunkt der Bahn bildet, welche der Stein beschreibt, so strebt er gleich-

falls beständig in tangentialer Richtung fortzufahren, die Schnur aber zieht ihn beständig aus der Richtung der Tangente in die Kreisbahn zurück, die Spannung der Schnur tritt also hier an die Stelle der oben betrachteten Centralkraft.

Die Kraft, mit welcher ein um eine feste Axe herumgeschwungener Körper sich von derselben zu entfernen strebt, in unserm Falle also die Kraft, welche die Schnur spannt, nennt man Schwungkraft, Fliehkraft, Centrifugalkraft. Sie wächst mit der Masse des herumgeschwungenen Körpers, mit dem Radius des beschriebenen Kreises und mit der Geschwindigkeit der Umdrehung.

Um Versuche über die Schwungkraft anzustellen, bedient man sich der Schwungmaschine, Fig. 47, Taf. 1. Durch Umdrehung des größern Rades c wird die Axe a in rasche Rotation versetzt; auf der Axe a aber werden verschiedene Vorrichtungen, Fig. 48 bis 51, aufgesetzt, mit welchen man experimentiren will.

Fig. 48 ist ein bauchiges Glasgefäß, auf dessen Boden etwas Quecksilber und gefärbtes Wasser gegossen wird; wenn es rasch um seine Axe rotirt, so steigen die Flüssigkeiten in die Höhe und bilden einen im Bauch des Gefäßes schwebenden Ring, und zwar wird sich der Quecksilberring am weitesten von der Umdrehungsaxe entfernen. Der Apparat Fig. 49 zeigt zwei Elfenbeinkugeln von ungleichem Durchmesser, welche auf einem horizontal ausgespannten Metalldraht leicht verschiebbar durch Schnüre in bestimmter gegenseitiger Entfernung gehalten werden. Stellt man die Kugeln so, daß sich ihr Abstand von der Umdrehungsaxe umgekehrt verhält wie ihre Massen, so halten sie sich bei rascher Rotation des Apparats das Gleichgewicht, während sie nach der einen oder andern Seite hinfahren, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist.

Wenn der Apparat Fig. 50 auf die Schwungmaschine aufgesetzt ist, so wird bei einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit die Schwungkraft der Messingkugel d im Stande sein, das im Centrum befindliche Gewicht c zu heben, bei doppelter Umdrehungsgeschwindigkeit wird ein 4 mal so großes bei c aufgelegtes Gewicht gehoben. Ist endlich der Apparat Fig. 51 auf die Schwungmaschine aufgesetzt, so werden sich bei rascher Rotation die elastischen Messingstreifen mehr und mehr krümmen, und dadurch wird die Hülse b, welche dieselben oben zusammenfaßt, mehr und mehr herabgezogen. Dieser Apparat dient dazu, zu zeigen, daß die Abplattung der Erde eine Folge ihrer Axendrehung ist.

Eine Axe, um welche die Masse eines um sie rotirenden Körpers symmetrisch vertheilt ist, wird eine freie Axe genannt. Eine solche freie Axe hat nie einen einseitigen Zug auszuhalten, weil jede Kraft, welche sie nach einer Seite zieht, durch eine vollkommen gleiche nach der entgegengesetzten Seite wirkende äquilibrirt ist. Ein jeder um eine freie Axe rotirender Körper zeigt eine große Stabilität, d. h. ein Bestreben, in der Lage zu verharren, in welcher er sich befindet, und Kräften, die ihn aus dieser Lage zu verdrängen streben, einen Widerstand entgegenzusetzen. Man kann dies schon an jedem Kreisel sehen, welcher rotirend auf einer Spitze steht, ohne umzufallen, was unfehlbar erfolgen muß, wenn er ohne Rotation ist.

Am auffallendsten zeigt sich dies an dem Gyroskop, Fig. 34, Taf. 2. Eine mit einem dicken Wulst umgebene messingene Scheibe a ist um eine Stahlaxe drehbar, welche in Spitzen läuft. Diese Spitzen sind in einem messingenen Ringe befestigt, welcher mit einem Ansatzstück n versehen ist, in dessen unterer Fläche sich eine kleine Vertiefung bei o befindet. Wird die ganze Vorrichtung in der Stellung, wie es die Figur zeigt, mittels dieser Vertiefung auf eine Stahlspitze aufgesetzt, so fällt sie, um o sich drehend, durch ihr Gewicht rasch herab, bis z den Boden berührt, wenn die Scheibe a nicht rotirt. Ist aber die Scheibe in rasche Rotation versetzt, so behält der ganze Apparat, trotz seines bedeutenden Gewichts, seine horizontale Lage bei, sich dabei langsam in horizontaler Ebene um eine verticale Axe drehend.

Ein einfaches Pendel besteht aus einer schweren kleinen Kugel oder einem Doppelkegel, welcher an einem einfachen Faden oder besser an einem Doppelfaden aufgehängt ist, wie Fig. 35, Taf. 2, zeigt. Aus seiner Gleichgewichtslage etwas entfernt und sich dann selbst überlassen, wird die Pendelkugel durch die Schwere in ihre Gleichgewichtslage zurückgeführt. Hier aber kommt sie mit einer solchen Geschwindigkeit an, daß sie auf der andern Seite ebenso hoch aufsteigt, wie sie auf der einen herabfiel. So dauern denn diese Schwingungen eine Zeit lang fort, bis sie nach und nach wegen verschiedener Widerstände kleiner werden und endlich ganz aufhören. Die Gesetze der Pendelschwingungen sind

1) die Schwingungsdauer eines Pendels ist unabhängig von dem Stoff, aus welchem die Kugel verfertigt ist.

2) Die Schwingungsdauer ist unabhängig von der Größe des Ausschlagswinkels, solange derselbe überhaupt klein bleibt, sie bleibt also dieselbe, mag der Ausschlagswinkel 1, 2 oder 3 Grad betragen.

3) Die Schwingungsdauer ist der Quadratwurzel aus der Pendellänge proportional. Ein 4 mal, ein 9 mal längeres Pendel wird also eine 2 mal, eine 3 mal größere Schwingungsdauer haben, wie man dies mit Hülfe der Vorrichtung Fig. 35 nachweisen kann.

Das zuletzt ausgesprochene Gesetz bezieht sich nur auf einfache Pendel, es gilt nicht für materielle Pendel, welche aus einer Stange von namhaftem Gewicht bestehen, an welche an verschiedenen Stellen noch weitere schwere Massen angebracht sind, wie z. B. Fig. 36 und 37, Taf. 2, zeigt. Das um die Schneide a schwingende Pendel Fig. 36 wird offenbar langsamer schwingen, als wenn nur die obere, aber schneller, als wenn nur die untere Bleilinse vorhanden wäre. Die obere Linse ist also in ihrer Bewegung verzögert, die untere ist beschleunigt.

Wenn ein Theil der Masse des Pendels über der Schneide liegt, um welche es schwingt, wie dies z. B. bei dem Pendel Fig. 37 der Fall ist, so wird dadurch die Schwingungsdauer des Pendels vergrößert.

Ueberall da, wo ein fester Körper unter einem gewissen Druck über einem andern hinbewegt wird, muß ein Widerstand überwunden werden, welcher unter dem Namen der Reibung bekannt ist. So ist z. B. eine namhafte Kraft nöthig, um eine Last auf horizontaler Ebene fortzuschleifen. Die Größe dieser Kraft ist ein aliquoter Theil der Last. Das Verhältniß der Größe der Reibung zur Last wird Reibungscoëfficient genannt. Der Reibungscoëfficient ist abhängig von der Natur der übereinander hergleitenden Flächen. Er ist für

Eisen auf Eisen ...	0,28
Eisen auf Kupfer	0,18
Eichen auf Eichen	0,42
Kiefern auf Kiefern	0,57.

Um den Werth der Reibungscoëfficienten zu ermitteln, bedient man sich des Tribometers, Fig. 52, Taf. 1, welches aus der Figur wol auch ohne weitere Beschreibung verständlich ist. Beträgt z. B. das Gewicht des Kästchens A sammt seinem Inhalt 1000 Grammen, so muß die Wagschale D sammt aufgelegtem Gewicht 280 Grammen wiegen, um das Kästchen über zwei parallele eiserne Schienen B wegzuziehen, wenn die untere Fläche des Kästchens A aus einer Eisenplatte besteht.

Wo ein Körper über einen andern wegrollt, findet wälzende Reibung statt, welche weit geringer ist, als die gleitende. Am Umfang unserer Wagenräder findet wälzende Reibung statt, an den Axen aber gleitende Reibung.

Die Reibung ist ein Bewegungshinderniß, welches in allen unsern Maschinen einen namhaften Theil der bewegenden Kraft absorbirt, also hier sehr störend wirkt. Alle Nachtheile der Reibung sind aber unbedeutend gegen die großen Vortheile, welche sie uns gewährt. Ohne Reibung könnten wir weder stehen noch gehen (Glatteis), ohne Reibung könnten wir nichts in der Hand fest halten. Die Reibung bietet dem Huf des Pferdes, dem Treibrad der Locomotive den Stützpunkt, deren sie bedürfen, um die nachfolgenden Lasten nachzuziehen u. s. w. Eine interessante Anwendung der Reibung wird durch Fig. 38, Taf. 2, erläutert. Eine Last P hängt an einem Seil, welches mehrmals über einen nicht drehbaren Cylinder geschlungen ist. Die Last P kann nun nicht niedergehen, ohne daß das Seil am Umfang des Cylinders eine bedeutende Reibung zu überwinden hat, es bedarf deshalb nur einer geringen, am andern Ende des Seils wirkenden Kraft O, um der Last P das Gleichgewicht zu halten.

Die Bewegungserscheinungen flüssiger Körper unterscheiden sich dadurch wesentlich von denen fester Körper, daß sich einzelne Theile leicht von der ganzen Masse ablösen und für sich bewegen können; bringt man z. B. im Boden oder in der Seitenwand eines mit Wasser gefüllten Gefäßes eine Oeffnung an, so springt aus dieser ein Wasserstrahl hervor, während die Wassermasse im Gefäß fast ganz in Ruhe bleibt. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Wasserstrahl aus einer in dünner Wand gemachten Oeffnung hervorschießt, ist gleich der Geschwindigkeit, welche ein freifallender Körper erlangt, wenn er vom Spiegel der Flüssigkeit im Gefäß bis zu der Ausflußöffnung herabfällt.

Um die Richtigkeit dieses Gesetzes nachzuweisen, kann man sich u. a. des Mariotte'schen Ausflußgefäßes, Fig. 39, Taf. 2, bedienen. Eine große Glasflasche ist unten mit einem kurzen Seitenrohr versehen, auf welches eine Messingfassung rs aufgekittet ist; auf diese wird dann die Messingplatte mit der Ausströmungsöffnung o aufgeschraubt. Oben ist die Flasche durch einen Kork luftdicht geschlossen, durch welchen ein bis unter den Wasserspiegel hinabreichendes Rohr ba hindurchgeht. Alles Wasser über a ist durch den Luftdruck äquilibrirt, der Ausfluß bei o erfolgt also unter dem Druck einer Wassersäule, deren Höhe gleich ist der Höhendifferenz zwischen a und o. Stellt man also die Röhre ba so, daß sich a 1, 2, 3, 4 Decimeter hoch über o befindet, so erfolgt der Ausfluß unter dem Druck einer Wassersäule von 1, 2, 3, 4 Decimeter Höhe. Der ausfließende Strahl beschreibt also eine Parabel, deren Gestalt man nach der berechneten Ausflußgeschwindigkeit construiren kann.

Das Ausströmen der Gase aus feinen Oeffnungen der Recipienten, in welchen sie enthalten und durch den Druck einer Wasser- oder Quecksilbersäule comprimirt sind, erfolgt nach denselben Gesetzen, nur muß man als Druckhöhe die Höhe einer Gassäule von gleicher Dichtigkeit mit dem eingeschlossenen Gase setzen, welche der comprimirenden Wasser- oder Quecksilbersäule das Gleichgewicht hält.

B. Akustik.

(Tafel 3.)

Akustik ist die Lehre vom Schall.

Der Schall wird hervorgebracht durch die rasche Oscillationsbewegung eines elastischen Körpers, welche in den umgebenden Medien eine Wellenbewegung erzeugt und welche bis zum Ohre fortgepflanzt hier die Empfindung des Schalls hervorruft.

Wenn der oscillirende Körper nach einer Seite hin schwingt, so wird hier die Luft verdichtet und diese Verdichtung pflanzt sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit fort; wenn aber der oscillirende Körper zurückschwingt, so wird dadurch eine Luftverdünnung erzeugt, welche der vorangegangenen Verdichtungswelle mit der gleichen Geschwindigkeit folgt. Fig. 1 zeigt, wie sich die regelmäßig aufeinanderfolgenden Verdichtungs- und Verdünnungswellen von dem schallenden Körper aus bis zum Ohre verbreiten.

Fig. 2 soll dazu dienen, die Bildung der Schallwellen näher zu erläutern. Der Einfachheit wegen wollen wir eine Luftsäule betrachten, welche in einer Röhre eingeschlossen ist, an deren einem Ende ein Kolben q rasch hin- und herschwingt. Bei I hat der Kolben seine Bewegung noch nicht begonnen, die einzelnen Luftschichten in der Röhre sind gleich dicht. Sobald der Kolben q zu oscilliren beginnt, theilt sich seine Oscillationsbewegung den folgenden Luftschichten mit, aber so, daß die Bewegung die folgenden Schichten um so später erreicht, je weiter sie vom Kolben entfernt sind.

Nr. II, Fig. 2 stellt den Moment dar, wo der Kolben q zum ersten mal seine Bewegung nach rechts vollendet hat; die Bewegung hat sich unterdeß bis zur Luftschicht 6 fortgepflanzt, welche in demselben Moment ihre Bewegung nach rechts beginnt, in welchem der Kolben sie beendigt hat. Zwischen dem Kolben und der Schicht 6 muß eine Luftverdichtung stattfinden, welche sich, da die verdichtete Luft sich wieder auszudehnen strebt, nach rechts und zwar mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortpflanzt.

Unterdessen aber geht der Kolben in seine Anfangsstellung zurück. Ist er in derselben angekommen, Nr. III, so ist nun die Bewegung bis zur Luftschicht 12, die größte Verdichtung bis zur Schicht 9 fortgeschritten, zwischen 6 und dem zurückgehenden Kolben hat sich aber nun eine Luftverdünnung gebildet, welche der vorangehenden Verdichtungswelle mit der gleichen Geschwindigkeit folgt.

Bei jeder folgenden Oscillation bildet sich nun von neuem eine Verdichtungs- und Verdünnungswelle, die einander mit gleichförmiger Geschwindigkeit folgen, wie Nr. IV und V anschaulich machen sollen, welche die Momente darstellen, in welchen der oscillirende Kolben seinen Hin- und Hergang zum zweiten und zum dritten male vollendet hat.

Der Abstand von der Mitte einer Verdichtungswelle bis zur nächsten, oder von einem Maximum der Verdünnung bis zum folgenden, also in Fig. 2, Nr. V, von 9 bis 21 und von 3 bis 15 ist eine Wellenlänge.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Schallwellen in der Luft fortpflanzen, ist ohngefähr 1050 Fuß in der Secunde. Für tiefe Töne ist die Wellenlänge größer, für hohe ist sie kleiner. Für das eingestrichene c ist die Wellenlänge ungefähr $4\frac{1}{10}$ Fuß.

Ebenso wie in Luft können sich die Schallwellen auch in festen Körpern und in Flüssigkeiten verbreiten, doch ist in beiden die Fortpflanzungsgeschwindigkeit weit größer als in Luft. Im leeren Raume kann sich der Schall nicht fortpflanzen, wie der Versuch zeigt, wenn man ein aufgezogenes Weckerwerk unter die Glocke der Luftpumpe bringt, Fig. 3, und dann evacuirt.

Die Schallstrahlen werden nach denselben Gesetzen reflectirt, wie die Licht- und Wärmestrahlen, wie dies aus dem Hohlspiegelversuch Fig. 4 hervorgeht. Bringt man in den Brennpunkt A eines sphärischen Hohlspiegels rs eine Taschenuhr, so werden alle von

ihr ausgehenden Schallstrahlen parallel mit der Axe des Hohlspiegels rs reflectirt. Fängt man sie nun mit einem zweiten Hohlspiegel tu auf, der so aufgestellt ist, daß seine Axe mit der von rs zusammenfällt, so wird das von rs kommende Strahlenbündel von tu so reflectirt, daß die reflectirten Schallstrahlen im Brennpunkt B wieder vereinigt werden. Ein in B befindliches Ohr hört die Uhr ticken, selbst wenn der Abstand der beiden Hohlspiegel 20—40 Fuß und mehr beträgt.

Auf der Reflexion des Schalls beruht die Bildung des Echos, die Construction des Hörrohrs und des Sprachrohrs.

Wenn man eine durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen zum Tönen gebrachte Glasglocke über eine unten geschlossene Pappröhre, Fig. 5, hält, so vernimmt man eine bedeutende Verstärkung des Tons, wenn die Länge der Röhre gerade ¼ von der Wellenlänge des einfallenden Tons ist. Ebenso hört man eine Verstärkung, wenn man eine angeschlagene Stimmgabel (eingestrichenes a) über einen etwa 1½ Zoll weiten Glascylinder, Fig. 6, hält, der so weit mit Wasser gefüllt ist, daß oben ungefähr ein 7⅔₁₀ Zoll hoher Raum frei bleibt. Diese Verstärkung des Tons rührt daher, daß durch das Zusammenwirken (Interferenz) der einfallenden und der am Boden des Rohrs reflectirten Schallwellen die Luftsäule im Rohr in den Zustand stehender Schwingungen versetzt wird, sodaß alle Luftschichten im Rohr gleichzeitig sich gegen den Boden hin und dann gleichzeitig wieder vom Boden wegbewegen, was bewirkt, daß am Boden abwechselnd eine Verdichtung und dann wieder eine Verdünnung der Luft stattfindet, wie Fig. 8 andeutet, während am Eingange der Röhre zwar die Lufttheilchen lebhaft hin- und hergehen, ohne daß jedoch hier eine Verdichtung oder Verdünnung stattfände.

Die Luftsäule im Rohre, Fig. 5, kommt auch ins Selbsttönen, wenn man über dieselbe eine mit dem Fiedelbogen angestrichene Glocke hält, die einen Ton gibt, dessen Wellenlänge ½ mal so groß ist als die Länge der Röhre. In diesem Falle bildet sich in dem Rohre ein Schwingungsknoten bei T, Fig. 9, welcher um ½ der Röhrenlänge von der Mündung absteht; die Luftschicht an dieser Stelle bleibt ohne Bewegung, indem aber von beiden Seiten sich alle Luftschichten im Rohre gegen T hin bewegen, entsteht hier eine Luftverdichtung*) und gleichzeitig am Boden eine Luftverdünnung (Nr. I). Alsbald aber bewegen sich alle Luftschichten im Rohre nach beiden Seiten hin von T weg, dann entsteht bei T eine Luftverdünnung und am Boden aber eine Verdichtung (Nr. II). In der Mitte zwischen T und dem Boden findet weder Verdichtung noch Verdünnung statt, hier aber gehen die Luftschichten zwischen den weitesten Grenzen hin und her. Solche Stellen bezeichnet man als Bäuche.

Auch in beiderseits offenen Röhren kann man die Luft zum Selbsttönen bringen, wenn man einen tönenden Körper vor die eine Mündung hält, Fig. 7, dessen Wellenlänge doppelt so groß oder gleich ist der Länge des Rohrs. Im ersten Falle bildet sich ein Schwingungsknoten in der Mitte des Rohrs, im letztern Falle entstehen zwei, deren jeder um ¼ der Röhrenlänge von der nächsten Mündung absteht.

Um die Luftsäule in einem offenen oder gedeckten Rohre zum Tönen zu bringen, ist es aber nicht nöthig, die Wellen eines schon gebildeten Tons in die Röhre einfallen zu lassen, es erfolgt auch, wenn man einen Windstrom in geigneter Weise an den Rändern des Rohrs vorbeiführt, wie dies in zweckmäßigster Form bei den Orgelpfeifen, Fig. 10 und 11, geschieht. Die in den Fuß der Pfeifen aus der Windlade eingeblasene Luft dringt aus einer schmalen Spalte hervor, um sich an der obern Kante des Mundes zu brechen. Man unterscheidet offene (Fig. 10) und gedeckte Pfeifen, Fig. 11.

Die Existenz der Schwingungsknoten in Pfeifen läßt sich experimentell mit gläsernen Pfeifen, Fig. 12, nachweisen, in welche ein mit dünnem Papier überspanntes Rähmchen herabhängt. Auf das Papier wird etwas Sand gestreut, welcher ruhig bleibt oder lebhaft tanzt, je nachdem sich das Rähmchen an der Stelle eines Knotens oder eines Bauchs befindet.

Der tiefste Ton, welchen eine Pfeife bei verhältnißmäßig schwachem Winde gibt, ist ihr Grundton, bei verstärktem Winde gibt sie höhere Töne, welche man als Obertöne bezeichnet.

Die Höhe eines Tons hängt ab von seiner Schwingungszahl, d. h. von der Anzahl der Vibrationen, welche der tönende Körper in einer Secunde macht. Je größer die Schwingungszahl, desto höher der Ton. Man erhält die Schwingungszahl eines Tons, wenn man seine Wellenlänge in die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls dividirt. Da man nun durch die Länge einer Pfeife die Wellenlänge ihres Grundtons kennt, so kann man danach auch seine Schwingungszahl berechnen. So ist z. B. die Wellenlänge des Grundtons einer 2füßigen offenen Pfeife gleich 4 Fuß, also seine Schwingungszahl $\frac{1050}{4} = 262{,}5$. Gibt eine gegebene Pfeife einen bestimmten Grundton, so gibt also eine Pfeife von halber Länge einen Ton von doppelt so viel Schwingungen, welcher als Octav jenes Grundtons bezeichnet wird.

Daß die Octav doppelt so viel Schwingungen macht wie der Grundton, läßt sich auch dem Auge sichtbar machen. Um eine verticale Achse ist ein quadratisches Kästchen drehbar, Fig. 13, dessen vier Wände durch Spiegel gebildet sind. In der Nähe dieser Spiegel befindet sich eine flache Büchse, deren Rückwand durch eine feste Metallplatte, deren Vorderwand aber durch eine dünne gespannte Kautschukplatte gebildet wird. In diese Büchse wird von der Rückseite her durch einen Schlauch Leuchtgas eingeführt, welches durch einen kleinen Brenner wieder austritt. Das austretende Gas wird angezündet und bildet dann eine ruhige, durch ein Glasrohr vor Luftzug geschützte Flamme, welche in dem rotirenden Spiegel als ein continuirlicher Lichtstreif erscheint. Hält man aber vor die Vorderseite der Büchse eine offene Pfeife, so wird der Lichtstreif, sobald die Pfeife angeblasen wird, in eine Reihe einzelner Flammen zerlegt erscheinen, Fig. 14, deren Anzahl sich verdoppelt, wie die untere Flammenreihe der Fig. 14 zeigt, wenn die erste Pfeife mit einer zweiten vertauscht wird, welche die Octav der ersten gibt.

Von irgendeinem Ton ausgehend ist dessen Quint, dessen große Terz ein Ton, der ⁴/₅ mal, ⁵/₄ mal so viel Schwingungen macht als der erstere. Wird der Grundton durch eine Pfeife von der Länge l erzeugt, so erhält man seine Terz, seine Quint und seine Octav durch Pfeifen von der Länge ⁴/₅ l, ⅔ l und ½ l.

Genauer als durch Pfeifen kann man die Schwingungszahl eines Tons durch die Sirene bestimmen, deren einfachste Form in Fig. 15 dargestellt ist. An einer horizontalen Axe, welche in rasche Rotation versetzt werden kann, ist eine starke Pappscheibe angebracht, in welcher sich 4 concentrische Löcherreihen befinden; die innerste hat 48, die zweite hat $48 \cdot {}^5/_4 = 60$, die folgende $48 \cdot {}^3/_2 = 72$, die äußerste hat $48 \cdot 2 = 96$ Löcher. Durch ein Kautschukrohr B, in welchem ein Holzröhrchen steckt, dessen Mündung etwas enger ist als ein

*) In Fig. 9, I steht T an der unrechten Stelle; es muß vermal über T in Fig. 9, II stehen.

Loch der Scheibe, wird nun ein Luftstrom gegen eine rotirende Löcherreihe geblasen und dadurch ein Ton erzeugt, dessen Schwingungszahl gleich ist der in einer Secunde vor der Mündung passirenden Löcher. Macht z. B. die Scheibe 18 Umdrehungen in der Secunde, so wird durch die innerste Löcherreihe ein Ton erzeugt, dessen Schwingungszahl $18 . 48 = 864$ ist. Es ist dies das zweigestrichene a (a″). Die zweite, dritte und äußerste Löcherreihe gibt dann bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe die große Terz, die Quint und die Octav von a″.

Mit großer Genauigkeit läßt sich die Schwingungszahl einer Stimmgabel mit Hülfe des Phonautographen, Fig. 16, bestimmen. Ein eiserner Stab, welcher an seinem einen Ende A mit einem durch die Schraubenmutter b geführten Schraubengewinde versehen ist, auf der andern Seite aber mittels einer Kurbel umgedreht werden kann, trägt in seiner Mitte eine messingene Trommel T. Auf dieser Trommel wird ein Papiermantel befestigt und mit einer stark rußenden Flamme geschwärzt. An die berußte Fläche wird alsdann eine große, in einem passenden Stativ befestigte Stimmgabel so herangerückt, daß der an der einen Zinke befestigte metallene feine Schreibstift r schwach gegen die Papierfläche angedrückt ist. Wird nun die Stimmgabel durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen in Vibrationen versetzt und sogleich der Cylinder gedreht, so schreibt der Metallstift r auf der berußten Fläche eine Sinuscurve in der Art, wie Fig. 17 zeigt. Nun ist aber die Stimmgabel mit dem einen, die Axe der metallenen Walze mit dem andern Pole der Nebenspirale eines kräftigen Inductionsapparats verbunden. So oft der Hauptstrom desselben unterbrochen wird, schlägt ein Funke zwischen r und der Metallwalze über, welcher ein feines Loch in das geschwärzte Papier macht, wie solche bei a, b und c angedeutet sind. Wenn nun dafür gesorgt ist, daß der Hauptstrom genau alle Secunden einmal unterbrochen wird, so wird das Ende jeder Secunde durch ein solches Pünktchen markirt und man kann dann leicht die Anzahl der Schwingungen zählen, welche in 1″ gemacht worden sind.

Eine gespannte Saite kann entweder ihrer ganzen Länge nach schwingen, wie bei a, Fig. 18, angedeutet ist, und dann gibt sie ihren Grundton, oder sie kann durch einen Schwingungsknoten in 2 gleiche Theile getheilt sein, wie bei b, Fig. 18, und dann gibt sie die Octav des Grundtons, oder sie kann durch zwei Schwingungsknoten in 3 gleiche Theile getheilt sein, wie bei c, Fig. 18, und dann gibt sie die Duodecim (die Quint der Octav) ihres Grundtons.

Um Versuche über die Gesetze tönender Saiten anzustellen, gebraucht man das Monochord, Fig. 19. Die Schwingungszahl einer Saite ist unter sonst gleichen Umständen ihrer Länge umgekehrt proportional; man braucht also nur die hintere der beiden Saiten, Fig. 19, welche durch einen Stimmstock gespannt ist, mittelst der Klemme, Fig. 20, auf $^4/_5$, auf $^2/_3$, auf $^1/_2$ ihrer ganzen Länge zu verkürzen, um die große Terz, die Quint und die Octav ihres Grundtons zu erhalten.

Die Schwingungszahl einer Saite ist der Quadratwurzel aus der spannenden Kraft proportional. Wenn also die vordere Saite bei Anhängung des Gewichts p einen bestimmten Ton gibt, so muß das Gewicht 4 p angehängt werden, wenn man die Octav jenes Tons erhalten will.

Die Transversalschwingungen elastischer Stäbe hängen davon ab, auf welche Weise sie befestigt sind. Seiner ganzen Länge nach ohne Schwingungsknoten kann ein elastischer Stab schwingen, wenn er an einem Ende befestigt ist. Dieser Art sind die Schwingungen, welche jeder der beiden Schenkel einer tönenden Stimmgabel macht. Um den Ton der Stimmgabel hörbarer zu machen, setzt man ihn auf ein Resonanzkästchen, Fig. 21, dessen Länge gleich ist $^1/_4$ der Wellenlänge des Stimmgabeltons.

Legt man einen Stahlstab über zwei gespannte Schnüre, wie Fig. 22 andeutet, so gibt er mit einem hölzernen Hämmerchen angeschlagen einen vollen Ton; dabei bilden sich zwei Schwingungsknoten, deren jeder um $^1/_5$ der Stablänge vom nächsten Ende absteht. Je kürzer der Stab, desto höher der Ton; die Schwingungszahl ist bei sonst unveränderten Dimensionen dem Quadrat der Stablänge umgekehrt proportional; man muß also den Stab $\sqrt{\frac{1}{2}} = 0{,}7$ mal kürzer machen als einen andern gleichbreiten und gleichdicken, wenn er die Octav desselben geben soll. Man hat dies benutzt, um die obere Grenze der Hörbarkeit ausfindig zu machen. Ein Stahlstab von 149 Millimeter Länge und 20 Millimeter Durchmesser gibt den Ton c_6 (die fünfgestrichene c). Es müssen also Stäbe von gleichem Durchmesser, die nur $149\sqrt{\frac{1}{2}} = 105{,}3$; $149\sqrt{\frac{1}{3}} = 86$ oder $149\sqrt{\frac{1}{4}} = 52{,}6$ Millimeter lang sind, die Töne c_7 und c_8 geben. Es lassen sich auch leicht Stäbe herstellen, welche das e und das g der 5-, 6- und 7-gestrichenen Octave geben müßten. Die längern dieser Stäbe werden aufgelegt wie Fig. 23, die kürzern werden aufgehängt, wie Fig. 24 zeigt. Weniger feine Ohren können schon g_8 (12288 Schwingungen in 1″) nicht mehr hören, während selbst die besten Ohren g_7 (24576 Schwingungen in 1″) nicht wahrnehmen können.

Man hat in neuerer Zeit Mittel gefunden, das akustische Intervall zweier Stimmgabeln sehr genau auf optischem Wege zu controliren. In dem Blechcylinder, welcher die Flamme einer Argand'schen Lampe, Fig. 25, umgibt, ist eine kleine Oeffnung a angebracht, durch welche ein Lichtstrahl auf einen kleinen Spiegel b, der an einer horizontal gestellten großen Stimmgabel befestigt ist; der hier reflectirte Strahl trifft einen zweiten kleinen Spiegel, der von einer vertical aufgestellten Stimmgabel getragen wird. Die hier zum zweitenmale reflectirten Strahlen werden endlich von einer Linse aufgefangen, welche auf einem hinter ihr aufgestellten Schirm das Bild des Lichtpunkts a entwirft. Sind beide Stimmgabeln ruhig, so erscheint dieses Bild als ein heller Punkt, welcher zur horizontalen Lichtlinie wird, wenn nur die horizontale, zur verticalen Lichtlinie aber, wenn nur die verticale Stimmgabel durch Anstreichen mit dem Fiedelbogen zum Vibriren gebracht worden ist. Wenn aber beide Stimmgabeln gleichzeitig vibriren, so bildet der Lichtpunkt eine Curve, deren Gestalt von dem Intervall der beiden Stimmgabeln abhängt.

Wenn beide Stimmgabeln unisono sind, so ist die fragliche Curve entweder eine schiefstehende gerade Linie oder eine Ellipse, kurz eine der Curven der obern Reihe der Fig. 26 oder eine Zwischenform, wenn aber die eine Stimmgabel die Octav der andern ist, so entsteht eine der Curven der untern Reihe oder eine ihrer Zwischenformen.

Wenn das Intervall der beiden Stimmgabeln nicht genau ist, wenn also beide genau unisono sind, oder wenn die eine genau die Octav der andern ist, so bleibt die Gestalt der Curve unverändert, sie wird nur allmählich kleiner, weil die Vibrationen der Stimmgabeln kleiner werden. Wenn aber das Intervall der Stimmgabeln nicht ganz genau ist, so nimmt die Curve eine drehende Bewegung an. Sind z. B. die beiden Stimmgabeln nahezu unisono, so geht nach und nach die Form

a in b, b in c, c in d, d in e und dann wieder umgekehrt e in d u. s. w. über. Wenn nun zu einer vollen Drehung etwa 5 Secunden erforderlich sind, so kann man daraus schließen, daß die eine Stimmgabel in 5 Secunden 1 Schwingung mehr macht als die andere. Auf diese Weise wird die geringste Abweichung vom genauen Intervall bemerklich.

Elastische Stäbe können auch in longitudinaler Richtung vibriren und befolgen dann die Gesetze vibrirender Luftsäulen in Pfeifen. Wenn z. B. Holzstäbchen, welche in einen Holzklotz eingeleimt sind, wie Fig. 27 zeigt, mit den Fingern, zwischen denen man etwas Kolophonium zerrieben hat, von oben nach unten gestrichen werden, so geben sie einen reinen Ton. Das zweite, dritte und vierte Stäbchen gibt die große Terz, die Quint und die Octav des ersten, wenn ihre Länge $^{4}/_{5}$, $^{2}/_{3}$ und $^{1}/_{2}$ derselben beträgt.

Um ebene Platten von Metall oder Glas zum Tönen zu bringen, spannt man sie in eine Zwinge ein, wie Fig. 28 zeigt. Mit einem Fiedelbogen angestrichen theilen sie sich in einzelne, durch Knotenlinien getrennte Abtheilungen, welche für sich schwingen. Man kann die Lage der Knotenlinien sichtbar machen, wenn man feinen Sand auf die Platte streut und sie dann zum Tönen bringt; der Sand häuft sich dann an den ruhenden Stellen an und bildet Figuren, wie deren einige in Fig. 29 abgebildet und unter dem Namen der Chladni'schen Klangfiguren bekannt sind. Die in Fig. 29 dargestellten Figuren entstehen, wenn die eine quadratische Platte in der Mitte festgehalten wird und man am Rande an der mit b bezeichneten Stelle streicht, während man die mit a bezeichneten Stellen mit dem Finger berührt. Runde Platten, welche in der Mitte eingespannt sind, geben radiale Figuren, und zwar vier Strahlen, wenn der angehaltene und angestrichene Punkt des Randes um 45°, sechs Strahlen, wie Fig. 30b, wenn der gestrichene Punkt um 30° vom angehaltenen absteht. Die Klangfiguren runder Scheiben bilden concentrische Ringe, wie Fig. 30, wenn sie auf irgendeine Weise vom Mittelpunkt aus in Vibrationen gesetzt werden.

Die Vibrationen dünner metallischer Plättchen sind an und für sich fast ganz klanglos, sie können aber die Bildung eines kräftigen Klangs vermitteln, wenn ein Luftstrom aus einer Oeffnung hervordringt, welche durch die Vibrationen einer solchen elastischen Platte in regelmäßigen Intervallen geschlossen und wieder geöffnet wird. Derartige Instrumente werden Zungenwerke genannt. Die einfachste Form der Zungen wird durch Fig. 31 und 32 erläutert; es ist diejenige, welche bei der Mund- und Blasebalgharmonica (Harmonium) vorkommt. In der Mitte einer Messingplatte aa, welche in Fig. 31 perspectivisch, in Fig. 32 aber im Durchschnitt dargestellt ist, befindet sich eine rectanguläre Oeffnung bb, welche durch ein elastisches Metallblättchen zz bedeckt wird. In ihrer Ruhelage sowol, wie in der Lage zz_2, Fig. 32, wird die Oeffnung durch die Zunge geschlossen, während sie frei wird, wenn die Zunge in die Lage zz_1 kommt. Die Messingplatte aa bildet nun die untere Grenzfläche einer geschlossenen Kammer, in welcher die Luft durch Einblasen verdichtet wird. Die verdichtete Luft übt einen Druck auf die Zunge aus, durch welchen die Vibrationen derselben eingeleitet werden. So oft die vibrirende Zunge in die Lage zz_1 kommt, dringt durch die freigewordene Oeffnung ein Luftstoß in der Richtung des Pfeils hindurch, der eine Verdichtungswelle erzeugt, und so entsteht ein Ton, welcher von der Schwingungsdauer der schwingenden Zunge abhängt.

In etwas anderer Form kommen auch Zungenwerke bei Orgeln in Anwendung.

Eine zweite Art der Zungenwerke besteht aus membranösen elastischen Platten, welche die beiden Lippen eines schmalen Spaltes bilden und welche durch ihre Oscillationen den Spalt abwechselnd öffnen und schließen. Eine solche membranöse Zungenpfeife läßt sich auf folgende Weise herstellen. Von einer $^{1}/_{2}$ bis $^{3}/_{4}$ Zoll weiten Röhre dünnen Kautschuks schneide man ein 2 Zoll langes Stück ab und stecke es auf das eine Ende eines gleichweiten Glasrohrs, wie Fig. 33 zeigt. Wenn man nun die Kautschukröhre an ihrem obern Ende an zwei gegenüberliegenden Punkten faßt und auseinanderzieht, so bildet sich eine Ritze, deren Ränder von Kautschuk sind, und wenn man nun von der andern Seite her in das Rohr hineinbläst, so erhält man einen Ton, der um so höher wird, je stärker die beiden Lippen angespannt werden.

Im Kehlkopf, dem menschlichen Stimmorgan, entstehen die Töne gleichfalls auf die durch Fig. 33 erläuterte Weise.

Es bleibt uns nun noch übrig zu besprechen, woher der Unterschied der Klangfarbe verschiedener Instrumente rührt, woher es kommt, daß z. B. der auf einer Flöte gespielte Ton von demjenigen zu unterscheiden ist, welcher der gleichen Note auf dem Klavier, der Violine, der Trompete u. s. w. entspricht. Es rührt das nach den neuesten Untersuchungen daher, daß die Klänge der meisten Instrumente nicht einfach sind, sondern daß neben dem Ton, welcher einer bestimmten Note zukommt, noch eine Reihe von Obertönen mitklingt, d. h. Töne, welche durch 2, 3, 4 mal u. s. w. so viel Schwingungen erzeugt werden als der Grundton. Wenn man z. B. auf dem Klavier die Taste anschlägt, welche der Note c entspricht, so hört man nicht allein den Ton c (128 Schwingungen in 1″), sondern einen zusammengesetzten Klang, in welchem außer dem allerdings vorherschenden c auch noch die Töne c_1, g_1, c_2, e_2 und g_2 mit 2, 3, 4, 5 und 6 mal so viel Schwingungen in der Secunde enthalten sind. — Der Klangcharakter eines Instruments hängt nun davon ab, welche Obertöne und in welcher Stärke dieselben den Grundton begleiten.

Ein geübtes Ohr kann die Obertöne aus der Klangmasse heraushören; um dieselben aber mit größerer Sicherheit nachzuweisen, wendet man die sogenannten Resonatoren an, d. h. gläserne oder messingene Hohlkugeln von der Form Fig. 35, oder konische aus Zinkblech verfertigte Röhren, Fig. 34, oder endlich einerseits offene Pappröhren von der Form Fig. 36, welche solche Dimensionen haben, daß die eingeschlossene Luftmasse ins Selbsttönen kommt, wenn die Wellen eines bestimmten Tons einfallen, wie wir dies bei dem Apparat Fig. 5 gesehen haben. Der Oeffnung gegenüber sind diese Resonatoren mit einer engern Mündung versehen, mittels deren man sie in das Ohr einführen kann. Um z. B. die Obertöne von c nachzuweisen, muß man mehrere Resonatoren haben, deren Eigenton der Reihe nach das eingestrichene c und g, das zweigestrichene c, e und g u. s. w. ist. Hält man nun einen dieser Resonatoren an das Ohr, so hört man den ihm entsprechenden Oberton (z. B. g_1), wenn auf dem Klavier c angeschlagen wird. Man hört diesen Ton g nicht, trotzdem daß man den entsprechenden Resonator ans Ohr hält, wenn man auf dem Klavier d anschlägt, weil g_1 kein Oberton von d ist, man hört den Ton g_1 aber auch nicht, wenn der Ton c auf einer weiten gedeckten Pfeife angeblasen wird, weil die Töne weiter gedeckter Pfeifen keine Obertöne haben.

C. Optik.

(Tafel 4, Tafel 5 und Figur 1—10 auf Tafel 6.)

I. Fortpflanzung des Lichts und Photometrie.

Optik ist die Lehre vom Licht.

Von einem leuchtenden oder von einem erleuchteten, Licht zerstreuenden Körper aus verbreitet sich das Licht geradlinig nach allen Seiten hin, solange die Lichtstrahlen in dem gleichen Stoffe (Mittel) bleiben, solange also ein Lichtstrahl im Wasser, solange er in Glas, solange er in Luft von gleichförmiger Dichtigkeit sich fortbewegt, findet keine Richtungsänderung statt.

Eine Folge der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts ist der Schatten. Wenn die von einem leuchtenden Punkte s, Fig. 1, Taf. 4, ausgehenden Strahlen einen undurchsichtigen Körper treffen, so wird sich hinter demselben ein Raum befinden, in welchen von s aus kein Lichtstrahl eindringen kann, und dieser Raum wird der Schatten genannt.

Wenn der leuchtende Körper eine namhafte Ausdehnung hat, so ist außer dem vollen Schatten, Kernschatten, in welchen gar kein Licht vom leuchtenden Körper aus eindringt, noch ein Halbschatten, d. h. ein Raum zu unterscheiden, in welchem eine theilweise Erleuchtung stattfindet. Fig. 2 erläutert die Bildung des Schattens für den Fall, daß der leuchtende Körper A größer ist, als der Schatten gebende B. Der Kernschatten bildet hier einen Kegel, dessen Spitze in s liegt. Während der Durchmesser des Kernschattens mit der Entfernung von B abnimmt, nimmt der Durchmesser des Halbschattens zu. Jenseit s verschwindet der Kernschatten vollständig, während der immer breiter werdende Halbschatten allmählich schwächer und verschwommener wird.

Durch einen Schirm m n, Fig. 2, aufgefangen, würde der Schatten das Ansehen Fig. 3 haben.

Es werde ein Theil des vom leuchtenden Punkte L, Fig. 4, ausgehenden Lichts durch einen quadratischen Papierschirm a b c d aufgefangen, welcher etwa in 1 Meter Entfernung von L aufgestellt ist, so wird die Erleuchtung dieser Fläche eine bestimmte Stärke (Intensität) haben, die wir mit J bezeichnen wollen; hinter der Fläche a b c d aber wird sich ein Schatten bilden, dessen quadratischer Querschnitt mit der Entfernung von L zunimmt. Denken wir uns den Schatten von a b c d durch eine Fläche aufgefangen, welche um 2 Meter von L entfernt ist, so wird er auf dieser Fläche ein Quadrat A B C D bilden, dessen Seiten doppelt so groß sind als die des schattengebenden Quadrats a b c d. Daraus folgt aber, daß der Flächeninhalt des Quadrats A B C D viermal so groß ist als der des Quadrats a b c d. Wird nun der Schirm a b c d entfernt und das von L ausgehende Licht auf einem 2 Meter weit von L entfernten Papierschirm aufgefangen, so wird sich nun alles Licht, welches vorher die Fläche a b c d erleuchtete, über eine 4mal größere Fläche A B C D verbreiten. In der doppelten Entfernung ist also die Stärke der Erleuchtung 4mal geringer, sie ist nur $^1/_4$ J. In derselben Weise läßt sich darthun, daß in der 3fachen, 4fachen u. s. w. Entfernung die Stärke der Erleuchtung 3 mal 3 oder 9 mal, 4 mal 4 oder 16 mal geringer ist als in der 1fachen Entfernung. Kurz, die Stärke der Erleuchtung nimmt ab im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung.

Dieser eben theoretisch abgeleitete Satz läßt sich auch experimentell beweisen. In die Mitte eines etwas über 12 Fuß langen, auf der Seite mit einem Maßstab, oben mit einer Rinne versehenen Balkens, Fig. 5, in welche passend sich mehrere Holzklötze leicht hin- und herschieben lassen, wird einer dieser Holzklötze gestellt, welcher einen mit Papier überspannten Rahmen s trägt. In der Mitte des Papierschirms ist ein Fettfleck angebracht, welcher hell auf dunkelm Grund erscheint, wenn er stärker von der Rückseite, dunkel auf hellem Grunde, wenn er stärker von der Vorderseite beleuchtet ist; bei gleichstarker Beleuchtung von vorn und hinten muß also dieser Fettfleck verschwinden. Dies erfolgt aber in der That, wenn man in einer beliebigen Entfernung vom Papierschirm s einen Schieber b mit vier Kerzenflammen aufstellt, wie es unsere Figur zeigt, und dann den nur eine Kerzenflamme tragenden Schieber a dem Schirm s so weit nähert, daß er nur noch halb soweit von s entfernt ist als b.

Man kann dieselbe Vorrichtung auch benutzen, um die Stärke zweier Lichtquellen zu vergleichen. Handelt es sich z. B. um die Vergleichung einer Kerzenflamme mit einer Argand'schen Lampe, so wird die Lampe auf die eine, die Kerze auf die andere Seite des Schirms s gestellt und letztere Lichtquelle so lange verschoben, bis der Oelfleck nicht mehr sichtbar ist. Nehmen wir an, dies sei erreicht, wenn die Lampe 6, die Kerzenflamme 2 Fuß vom Schirm entfernt ist, so verhält sich die Lichtstärke der Lampe zu der der Kerzenflamme wie 6 . 6 oder 36 zu 2 . 2 oder 4, die Leuchtkraft der Lampe ist also gleich der Leuchtkraft von 9 Kerzenflammen.

Fig. 6 erläutert eine andere Methode, die Leuchtkraft zweier Lichtquellen zu vergleichen. Vor einer weißen Wand wird ein etwa bleistiftdickes Stäbchen s angebracht und die beiden Lichtquellen k und g so gestellt, daß das Stäbchen zwei Schatten a und b auf die Wand wirft. Wenn diese beiden Schatten ungleich dunkel erscheinen, so nähert man die schwächere Lichtquelle, bis die Gleichheit der beiden Schatten erreicht ist. Nun werden die Abstände der beiden Lichtquellen von der Wand gemessen und danach dann das Verhältniß der Lichtstärken auf die oben erläuterte Weise berechnet.

II. Reflexion des Lichts (Katoptrik).

Lichtstrahlen, welche irgendeinen Körper treffen, werden

entweder I. an der Oberfläche desselben zurückgeworfen und zwar a) regelmäßig gespiegelt, oder
b) unregelmäßig zerstreut,
oder II. sie dringen in den Körper ein und werden
a) von demselben durchgelassen, oder
b) von demselben verschluckt, absorbirt.

Die regelmäßig gespiegelten, reflectirten Strahlen pflanzen sich von jedem Punkte der Oberfläche des spiegelnden Körpers aus nur nach einer einzigen bestimmten Richtung fort, die alsbald näher bestimmt werden soll, während sich die unregelmäßig zerstreuten Strahlen von der zurückwerfenden Fläche aus nach allen Seiten hin verbreiten. Die von der rauhen Oberfläche der meisten Körper unserer Umgebung unregelmäßig zerstreuten Strahlen sind es, welche uns diese Körper in ihrer wahren Gestalt sichtbar machen.

Wenn ein Lichtstrahl fn, Fig. 7, auf eine spiegelnde Fläche ss' trifft, so wird derselbe nach der Richtung nr reflectirt, welche mit dem sogleich zu definirenden Einfallsloth np und dem einfallenden Strahl fn in derselben Ebene liegt und einen Winkel r mit dem Einfallsloth macht, welcher dem Winkel i zwischen dem Einfallsloth und dem einfallenden Strahl gleich ist, oder mit anderen Worten: der Reflexionswinkel ist dem Einfallswinkel gleich.

Mit dem Namen des Einfallsloths bezeichnet man das Perpendikel np, welches man sich in jenigen Punkte n der spiegelnden Ebene, in welchem derselbe vom Lichtstrahl fn getroffen wird, auf der Ebene errichtet denken kann.

Die Richtigkeit dieses Spiegelungsgesetzes läßt sich mit Hülfe des Apparats, Fig. 8, nachweisen. Der kleine Spiegel f, welchen unsere Figur von der Rückseite zeigt, ist auf einer horizontalen, um einen vertikalen Zapfen drehbaren, mit der radienartigen Verlängerung bc versehenen Messingscheibe so befestigt, daß der Zeiger bc rechtwinkelig auf der Ebene des Spiegels f steht, daß also bc die Richtung des Einfallslothes für den Spiegel f bezeichnet.

Der Zapfen nun, um welchen sich die fragliche Messingscheibe mit dem Spiegel f und dem Zeiger bc drehen läßt, befindet sich im Mittelpunkt des halbkreisförmigen Bretes A, um dessen gekrümmten Theil ein, dasselbe überragender Streifen von Messingblech gelegt ist, in dessen Mitte bei a ein verticaler Spalt angebracht ist. Der Viertelskreis von a nach der rechten Seite hin ist in 90° getheilt. Stellt man nun der Reihe nach den Zeiger bc auf die Theilstriche 10, 20, 30 und 40, so wird ein durch den Spalt a eindringendes Strahlenbündel, welches auf die Mitte des Spiegels f trifft, von diesem nach den Theilstrichen 20, 40, 60 und 80 reflectirt werden.

Aus dem Spiegelungsgesetz erklärt sich nun auch die Entstehung der Spiegelbilder. Es sei ss', Fig. 9, ein ebener Spiegel, A ein vor der Ebene desselben befindlicher leuchtender Punkt. Die in n und in p den Spiegel von A aus treffenden Strahlen werden dem Spiegelungsgesetze zufolge nach no und nach pq reflectirt. Verlängert man nun die reflectirten Strahlen no und pq rückwärts, so schneiden sich diese Verlängerungen in dem Punkte a, welcher auf dem von dem leuchtenden Punkte A auf die Spiegelebene gefällten Perpendikel ebenso weit hinter der Spiegelebene liegt, wie A sich vor derselben befindet.

Alle von A aus auf den Spiegel fallenden Strahlen werden sich also nach der Reflexion so fortpflanzen, als ob sie von dem hinter der Spiegelebene gelegenen Punkte a kämen, a ist das Spiegelbild von A.

In Fig. 10 sei AB ein vor der Ebene des Spiegels ss' befindlicher Gegenstand, so ist nach dem oben Gesagten a das Bild von A, b ist das Bild von B und ab das Bild des Gegenstandes AB. Man übersieht leicht, daß Bild und Gegenstand zur Ebene des Spiegels symmetrisch sind. Ein in o befindliches Auge sieht das Bild von B nach der Richtung op, das Bild von A nach der Richtung on.

Zu den wissenschaftlichen Anwendungen ebener Spiegel gehört das Heliostat; es ist ein ebener Spiegel, mittels dessen ein Bündel Sonnenstrahlen in horizontaler Richtung durch eine im Fensterladen angebrachte Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer hineingeworfen werden kann. Fig. 11 stellt ein einfaches Heliostat in Verbindung mit dem später zu besprechenden Sonnenmikroskop dar. Damit die vom Spiegel M reflectirten Strahlen stets dieselbe Richtung behalten, während doch die Sonne ihre Stellung am Himmelsgewölbe fortwährend ändert, muß die Stellung desselben in entsprechender Weise verändert werden können. Es wird dies dadurch erreicht, daß der Spiegel M um eine zur Ebene des Ladens rechtwinkelige horizontale Axe mittels des Knopfes A gedreht und seine Neigung gegen die Ebene des Ladens mittels des Knopfes B und einer kleinen Schraube ohne Ende beliebig geändert werden kann. Bei andern Heliostaten wird die Drehung des Spiegels durch ein Uhrwerk vermittelt.

Wenn man zwei ebene Spiegel unter einem Winkel zusammenstellt und irgendeinen Gegenstand A, Fig. 12, zwischen dieselben bringt, so sieht man außer dem Gegenstand zunächst noch ein Bild desselben nach einmaliger Reflexion in jedem Spiegel (B und B'). Das Bild jedes Spiegels dient aber wieder als Object für den andern, und so sieht man zwei weitere Bilder C und C', nach zweimaliger Reflexion. Wenn der Winkel, den die Spiegel miteinander machen $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_8$, $^1/_{10}$ des ganzen Kreisumfangs ist, so sieht man ihn 5mal, 6mal, 8mal, 10mal. Darauf beruhen das Kaleidoskop und das Debuskop.

Die Spiegelung des Lichts auf gekrümmten Flächen folgt ganz den Gesetzen, welche wir für ebene Spiegel kennen lernten. Von einer krummen Fläche wird nämlich ein Lichtstrahl nach derselben Richtung reflectirt, als ob er die Berührungsebene der krummen Fläche an der fraglichen Stelle getroffen hätte. Denkt man sich also in dem vom Lichtstrahl getroffenen Punkt einer krummen Oberfläche eine Normale gezogen, d. h. eine Linie, welche rechtwinkelig auf der Berührungsebene des getroffenen Punkts steht, so ist dies das Einfallsloth.

In der optischen Praxis werden wol kaum andere gekrümmte Spiegel gebraucht, als solche, deren Oberfläche ein Stück einer Kugeloberfläche ist. Wenn die innere, dem Krümmungsmittelpunkt zugewendete Fläche die spiegelnde ist, so nennt man die Spiegel Hohlspiegel, Concavspiegel oder auch Sammelspiegel. Wenn dagegen die Reflexion der Strahlen auf der dem Krümmungsmittelpunkt abgewendeten Fläche stattfindet, so nennt man sie Convex- oder Zerstreuungsspiegel.

In Fig. 13 stellt MM' den Durchschnitt eines sphärischen Hohlspiegels mit einer durch seine Mitte d und seinen Krümmungsmittelpunkt c gelegten Ebene dar. Die durch d und c gelegte gerade Linie ist die Hauptaxe des Hohlspiegels.

Wenn irgendein Lichtstrahl ab, Fig. 14, einen Hohlspiegel in einem Punkt b trifft, so ergibt sich die Richtung des reflectirten Strahls durch folgende Construction: man ziehe den Radius bC, welcher das Einfallsloth für den Strahl ab ist, und ziehe alsdann eine Linie bg, welche mit bC einen Winkel r macht, welcher gleich ist dem Einfallswinkel i.

Führt man diese Construction für einen Strahl aus, welcher sich parallel mit der Hauptaxe des Spiegels fortpflanzt, wie dies für den Strahl ab, Fig. 14, der Fall ist, so schneidet der reflectirte Strahl bg die Axe des Hohlspiegels in einem Punkte F, welcher zwischen d und C in der Mitte liegt, vorausgesetzt, daß die Krümmung von d bis b, also der Winkel x nur sehr klein ist.

Daraus folgt dann ferner, daß wenn ein Bündel Lichtstrahlen parallel mit der Hauptaxe auf einen schwachgekrümmten Hohlspiegel fällt, Fig. 15, daß alsdann alle diese Strahlen so reflectirt werden, daß sie die Axe in demselben Punkte F schneiden, welcher der Hauptbrennpunkt, Focus, des Hohlspiegels genannt wird. Die Entfernung dF, welche dem halben Krümmungshalbmesser gleich ist, heißt die Brennweite oder Focaldistanz.

Ein parallel mit der Axe auf einen Hohlspiegel fallendes Strahlenbündel kann man betrachten, als sei es ausgegangen von einem auf der Hauptaxe liegenden unendlich weit entfernten leuchtenden Punkte. Rückt der leuchtende Punkt auf der Axe dem Hohlspiegel näher, so entfernt sich der Vereinigungspunkt vom Spiegel. Die Construction ergibt z. B., daß alle von dem leuchtenden Punkt A, Fig. 16, ausgehenden Strahlen in einem Punkte a wieder vereinigt werden, welcher weiter vom Hohlspiegel entfernt ist als F. Je näher A dem Spiegel rückt, desto mehr entfernt sich sein Bild a von demselben. Ist der leuchtende Punkt bis zum Krümmungsmittelpunkt C vorgerückt, so werden alle

von C auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen auch nach C zurückgeworfen. Rückt der leuchtende Punkt von C dem Spiegel noch näher, so rückt der Vereinigungspunkt immer noch weiter weg, wäre z. B. der leuchtende Punkt in a, so würden alle von ihm auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen in A vereinigt werden.

Die so zusammengehörigen Punkte A und a werden conjugirte Punkte genannt.

Befindet sich der leuchtende Punkt im Brennpunkt F selbst, so liegt der Vereinigungspunkt in unendlicher Entfernung, oder mit andern Worten, alle von dem Brennpunkt F, Fig. 15, auf den Hohlspiegel fallenden Strahlen werden als ein mit der Hauptaxe paralleles Strahlenbündel reflectirt. Wenn der leuchtende Punkt innerhalb der Brennweite liegt, wenn er sich z. B. in A, Fig. 17, befindet, so kann der Spiegel die ihn treffenden Strahlen nicht mehr convergent machen, sie divergiren nach der Reflexion, so als ob sie von einem hinter dem Spiegel gelegenen Punkt a kämen.

Wir haben bisher nur die Bilder solcher leuchtender Punkte besprochen, welche auf der Hauptaxe des Hohlspiegels liegen. Wenn nun ein leuchtender Punkt A, Fig. 18, außerhalb der Hauptaxe liegt, so kann man sich von ihm aus eine gerade Linie An durch den Krümmungsmittelpunkt C nach dem Hohlspiegel gezogen denken, welche den Namen einer Nebenaxe führt. Das Bild eines auf einer Nebenaxe liegenden leuchtenden Punktes befindet sich gleichfalls auf dieser Nebenaxe. Zwischen den gegenseitigen Entfernungen des leuchtenden Punktes und seines Bildes bestehen aber für die Nebenaxen genau dieselben Beziehungen wie für die Hauptaxe. Die von A ausgehenden Strahlen werden also durch den Hohlspiegel in a, die von B ausgehenden werden in b gesammelt, ab ist das Bild von AB. Befände sich umgekehrt in ab ein Gegenstand, so würde AB sein Bild sein.

Von einem Gegenstand, welcher um mehr als die doppelte Brennweite von dem Hohlspiegel absteht, entwirft derselbe ein verkehrtes verkleinertes, von einem Gegenstand aber, welcher zwischen dem Brennpunkt F und dem Krümmungsmittelpunkt C sich befindet, entwirft er ein verkehrtes vergrößertes Sammelbild.

Befindet sich ein Gegenstand AB, Fig. 20, innerhalb der Brennweite, so werden die von einem Punkt des Gegenstandes ausgehenden Strahlen nach der Spiegelung so divergiren, als ob sie von einem Punkt hinter dem Spiegel kämen. a ist der Divergenzpunkt der von A ausgehenden, b ist der Divergenzpunkt der von B ausgehenden Strahlen, ab ist also das aufrechte vergrößerte Bild des Gegenstandes AB.

Zwischen den Bildern, welche entstehen, wenn der Gegenstand weiter vom Hohlspiegel entfernt ist als der Brennpunkt, wie in Fig. 18, und den Bildern solcher Gegenstände, welche sich innerhalb der Brennweite befinden, wie bei Fig. 20, besteht ein wesentlicher Unterschied. Im erstern Fall werden die von einem Punkte des Gegenstandes ausgehenden Strahlen im entsprechenden Punkte wirklich wieder vereinigt, sie werden hier gesammelt, weshalb man solche Bilder auch Sammelbilder nennt; im letztern Fall dagegen scheinen blos die reflectirten Strahlen von einem Punkt hinter dem Spiegel herzukommen, ohne daß sie in diesem Punkte wirklich vereinigt waren. Man kann deshalb diese Bilder, die man gewöhnlich als virtuelle Bilder bezeichnet, auch Scheinbilder nennen. Auch die Bilder ebener Spiegel gehören zu den Scheinbildern.

Wenn ein Bündel Strahlen parallel mit der Axe auf einen Convexspiegel fällt, so werden sie, wie dies Fig. 21 erläutert, so reflectirt, als ob sie von dem Hauptzerstreuungspunkte F kämen, der in der Mitte zwischen dem Spiegel und dem Krümmungsmittelpunkte C liegt.

Von irgendeinem vor einem Convexspiegel befindlichen Gegenstand AB gibt derselbe, wie durch Fig. 22 erläutert wird, stets ein aufrechtes verkleinertes Scheinbild ab, wie nah oder fern vom Spiegel sich auch der Gegenstand AB befinden mag.

Die Sammelbilder kann man auf zweierlei Weise beobachten, entweder 1) indem man die vom Vereinigungspunkt aus wieder divergirenden Strahlen ebenso direct ins Auge gelangen läßt, als ob sie von einem an der Stelle des Bildes befindlichen Gegenstande herkämen, oder 2) indem man das Sammelbild auf einem Papierschirm oder auf einer mattgeschliffenen Glastafel auffängt und es dadurch von allen Seiten her sichtbar macht.

Der auf einem Papierschirm aufgefangenen Hohlspiegelbilder kann man sich bedienen, um mittels der optischen Bank auf die durch Fig. 19 erläuterte Weise darzuthun, wie sich das Bild vom Spiegel entfernt, wenn sich ihm der Gegenstand nähert.

III. Brechung des Lichts (Dioptrik).

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel in ein anderes übergeht, z. B. aus Luft in Wasser, so ist dieser Uebergang stets mit einer Richtungsänderung verbunden, welche man als Brechung oder Refraction des Lichts bezeichnet.

Betrachten wir z. B. die Richtungsänderung, welche ein Lichtstrahl beim Uebergang von Luft in Wasser erleidet. Ein Lichtstrahl ln, Fig. 23, welcher in n die Grenzfläche zwischen Luft und Wasser trifft und mit dem in n errichteten Einfallsloth einen Winkel i macht, wird sich nach dem Uebergang in Wasser nach der geraden Linie ns bewegen, welche mit dem Einfallsloth einen Winkel r macht, der kleiner ist als i.

Zwischen dem Einfallswinkel i und dem Brechungswinkel r findet keine einfache Beziehung statt. Denken wir uns aber um den Punkt n einen Kreis gezogen, und von den Punkten a und b, in welchen derselbe den einfallenden und den gebrochenen Strahl schneidet, die Perpendikel ad und bf auf das Einfallsloth gefällt, so verhält sich ad zu bf stets wie 4 zu 3.

Beim Uebergang aus Luft in Glas verfolgt der gebrochene Strahl eine solche Richtung, daß sich die beiden Perpendikel stets verhalten wie 3 zu 2.

Das Verhältniß dieser beiden Perpendikel nennt man den Brechungsexponenten der Substanz. So ist z. B. $\frac{4}{3} = 1{,}333$ der Brechungsexponent des Wassers, $\frac{3}{2} = 1{,}5$ aber (nahezu) der Brechungsexponent des bleifreien Glases.

Der Brechungsexponent des bleihaltigen Flintglases ist 1,66, der des Anisöls ist 1,81. Je größer der Brechungsexponent einer Substanz ist, desto stärker lenkt sie die auf sie fallenden Lichtstrahlen ab.

Um das Brechungsgesetz zu erläutern, kann man sich des Apparates Fig. 24 bedienen, eines halbkreisförmigen Gefäßes, dessen gekrümmte Wand von der Mitte aus nach beiden Seiten hin in Grade getheilt ist. Vorn ist das Gefäß durch eine ebene, undurchsichtige Wand begrenzt, welche in der Mitte mit einer streifenförmigen, halbmbreiten, durch eine Glasplatte verschlossenen Spalte versehen ist. Läßt man, nachdem das Gefäß bis zur Hälfte seiner Höhe mit Wasser gefüllt ist, ein Bündel Lichtstrahlen in schräger Richtung gegen die Fläche ab durch den Spalt eintreten, so wird der obere Theil desselben in Luft in unveränderter Richtung fortgehen

während der untere Theil desselben, in das Wasser eintretend, gebrochen wird. An der Gradeintheilung der Rückwand kann man aber die Größe des Einfalls- und des Brechungswinkels ablesen.

Wenn ein Lichtstrahl aus einem Mittel A in B und aus B wieder in A übergeht (etwa aus Luft in Glas und dann wieder aus Glas in Luft), so ist der austretende Strahl n'l', Fig. 25, dem eintretenden ln parallel, wenn die beiden Grenzflächen von B parallel sind. Ist dies aber nicht der Fall, so weicht die Richtung n'l', Fig. 26, des austretenden Strahls von der des eintretenden ab, und zwar um so mehr, je größer der Winkel ist, den die Austrittsfläche CD mit der Eintrittsfläche AB macht, und je größer der Brechungsexponent der zwischen den Grenzflächen AB und CD befindlichen Substanz ist.

Als Prisma bezeichnet man in der Optik ein von zwei gegeneinander geneigten ebenen Flächen begrenztes, durchsichtiges Mittel. Die Kante des Prismas ist die gerade Linie, in welcher sich die beiden Grenzflächen schneiden oder schneiden würden, wenn sie hinreichend verlängert wären. Die Basis eines Prismas ist die der brechenden Kante gegenüberliegende Begrenzungsfläche des Prismas, deren Lage bei dem Gang der Strahlen durch das Prisma gar nicht in Betracht kommt. Der brechende Winkel ist der Winkel, welchen die beiden brechenden Flächen des Prismas miteinander machen. Hauptschnitt nennt man den Durchschnitt eines Prismas mit einer auf der brechenden Kante rechtwinkeligen Ebene. Sind abcd und abgf die brechenden Flächen des Glasprismas Fig. 30, so ist ab die brechende Kante, cdfg die Basis und cbg oder daf der Hauptschnitt des Prismas. Bei den meisten Prismen beträgt der brechende Winkel 60, oft auch nur 45 Grad. Um ein Prisma leicht in beliebige Stellungen bringen zu können, wird dasselbe auf ein messingenes Stativ befestigt, wie es Fig. 31 zeigt.

Wenn von irgendeinem Gegenstande a, Fig. 27, etwa von einer brennenden Kerze, ein Lichtstrahl in der Richtung ad auf ein Prisma fällt und in der Richtung co austritt, so wird ein in o befindliches Auge die Flamme a nach der Richtung oa' sehen, der Gegenstand erscheint also nach der Seite der brechenden Kante hin abgelenkt. Das abgelenkte Bild erscheint auf eine eigenthümliche, später näher zu besprechende Weise gefärbt.

Wenn ein Sonnenstrahl durch eine kleine Oeffnung in der Richtung bd Fig. 28 in ein dunkles Zimmer tritt und man ihn durch ein Prisma auffängt, so beobachtet man eine Ablenkung und eine Färbung; statt des weißen Sonnenbildchens d, welches auf einer der Oeffnung b gegenüberstehenden weißen Wand entstehen würde, wenn das Prisma nicht vorhanden wäre, werden die einfallenden Sonnenstrahlen nun so abgelenkt, daß bei rv ein in die Länge gezogenes, gefärbtes Sonnenbild, das Spectrum entsteht, welches später noch ausführlicher besprochen werden soll.

Die Ablenkung, welche ein Prisma hervorbringt, ist abhängig von der Richtung der einfallenden Strahlen, sie ist am kleinsten, wenn die Strahlen symmetrisch durchgehen, wie lnop, Fig. 29, der auf seinem Wege so durch das Prisma gleiche Winkel mit der Eintritts- wie mit der Austrittsfläche macht.

Von großer Wichtigkeit für die Construction der meisten optischen Instrumente ist die Brechung des Lichts in Linsen, mit welchem Namen man in der Optik einen jeden durchsichtigen Körper bezeichnet, dessen Grenzflächen Stücke von Kugeloberflächen sind. Meistens werden die Linsen aus Glas verfertigt. Man unterscheidet zwei Hauptklassen von Linsen, nämlich 1) Convex- oder Sammellinsen, und 2) Concav-, Hohl- oder Zerstreuungslinsen.

Fig. 32 stellt den Durchschnitt der drei verschiedenen Formen der Sammellinsen dar, nämlich Nr. 1 den einer biconvexen, Nr. 2 den einer planconvexen und Nr. 3 den einer concavconvexen Sammellinse. Diese drei Formen der Sammellinsen haben das Gemeinschaftliche, daß sie in der Mitte dicker sind als am Rande, während die Zerstreuungslinsen, Fig. 33 (Nr. 1 biconcav, Nr. 2 planconcav, Nr. 3 convexconcav), in der Mitte dünner sind als am Rande.

Die Axe einer Linse ist die gerade Linie, welche die Krümmungsmittelpunkte der beiden sphärischen Grenzflächen miteinander verbindet, oder bei Linsen, deren eine Grenzfläche eben ist, das Perpendikel, welches man von dem Krümmungsmittelpunkte der gewölbten Fläche auf diese Ebene fällen kann.

Bei den Linsen wiederholen sich im wesentlichen dieselben Erscheinungen, die wir bei den gekrümmten Spiegeln bereits kennen lernten, und zwar entsprechen die Convexlinsen den Hohlspiegeln, die Hohllinsen den Convexspiegeln.

Alle Strahlen, welche parallel mit der Axe auf eine Convexlinse fallen, Fig. 34, werden durch dieselbe so gebrochen, daß sie jenseit der Linse die Axe in einem und demselben Punkte F schneiden (vorausgesetzt, daß die Krümmung der Linse von der Mitte bis zum Rande nur unbedeutend ist), welcher der Brennpunkt oder der Focus der Linse genannt wird. Die Lage dieses Brennpunkts (dessen Abstand von der Linse die Brennweite genannt wird) hängt von dem Krümmungshalbmesser der sphärischen Flächen und von dem Brechungsexponenten der Linsensubstanz ab. Für eine aus bleifreiem Glase (Crownglas) verfertigte gleichgewölbte, biconvexe Linse fällt der Brennpunkt ungefähr mit dem Krümmungsmittelpunkt der einen Fläche zusammen.

Die parallel mit der Axe auf eine Linse fallenden Strahlen kann man, wie schon bemerkt, als von einem auf der Axe liegenden, aber unendlich weit entfernten leuchtenden Punkte herkommend, betrachten. Rückt der leuchtende Punkt auf der Axe der Linse näher, so entfernt sich der Vereinigungspunkt auf der andern Seite von derselben. Befindet sich der leuchtende Punkt in S, Fig. 35, so ist der Vereinigungspunkt in R. Rückt der leuchtende Punkt S bis zur doppelten Brennweite vor, Fig. 36, so entfernt sich der Sammelpunkt R gleichfalls bis zur doppelten Brennweite. Nähert sich der leuchtende Punkt noch mehr, liegt er zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite, so liegt der Vereinigungspunkt weiter entfernt als die doppelte Brennweite, und zwar um so mehr, je näher der leuchtende Punkt gerückt ist; so ist z. B. S, Fig. 35, der Vereinigungspunkt für die von R aus auf die Linse fallenden Strahlen. Befindet sich endlich der leuchtende Punkt im Brennpunkte F, Fig. 34, selbst, so liegt der Vereinigungspunkt in unendlicher Entfernung oder mit andern Worten, ein Strahlenbündel, welches vom Brennpunkt aus divergirend auf eine Linse fällt, tritt als ein mit der Axe paralleles Strahlenbündel aus.

Befindet sich ein leuchtender Punkt auf der Axe noch innerhalb der Brennweite, wie z. B. der Punkt T, Fig. 37, so kann die Linse das von T aus auf sie fallende Strahlenbündel nicht mehr convergent, sondern nur weniger divergent machen, nach dem Durchgang durch die Linse divergiren die ursprünglich von T ausgehenden Strahlen so, als ob sie von einem weiter entfernten Punkte V herkämen.

Denken wir uns von einem Punkte A, Fig. 38, außerhalb der Hauptaxe eine gerade Linie durch den Mittelpunkt o der Linse gezogen, so ist dies eine Re-

benaxe. Alle von einem Punkte A der Nebenaxe aus auf eine Sammellinse fallenden Strahlen werden in einem Punkte a derselben Nebenaxe jenseit der Linse wieder geeinigt. Für die conjugirten Punkte A und a einer Nebenaxe bestehen in Beziehung auf ihre Abstände von der Linse dieselben Gesetze, wie für die Hauptaxe.

Daraus erklärt sich nun, daß eine Sammellinse von einem entfernten Gegenstande AB, Fig. 38, ein verkehrtes verkleinertes Bild ab entwirft. Von der Mitte der Linse aus gesehen, erscheinen Bild und Gegenstand unter gleichem Winkel. Die Größe des Gegenstandes verhält sich also zur Größe des Bildes wie der Abstand des Gegenstandes zum Abstand des Bildes.

Wenn der Gegenstand sehr weit entfernt ist, so erscheint das Bild ganz nahe beim Brennpunkt. Dem Gegenstand AB entspricht das verkleinerte Bild ab. Je näher der Gegenstand rückt, desto mehr entfernt sich das Bild, wobei es dann auch stets größer wird. Befindet sich der Gegenstand in der doppelten Brennweite, so ist auch das Bild um die doppelte Brennweite von der Linse entfernt, Bild und Gegenstand sind gleich groß. Liegt der Gegenstand der Linse näher als die doppelte Brennweite, so ist das Bild weiter von derselben entfernt, das Bild ist alsdann größer als der Gegenstqnd. Dem Gegenstand ab entspricht das verkehrte vergrößerte Bild AB.

Um die Beziehungen zwischen dem Gegenstand und seinem durch eine Sammellinse entworfenen Bilde durch den Versuch nachzuweisen, kann man sich der optischen Bank bedienen, wie es Fig. 15, Taf. 5, erläutert.

Wenn der Gegenstand sich noch innerhalb der Brennweite der Linse befindet, wie AB, Fig. 39, Taf. 4, so kann kein Sammelbild mehr entstehen, weil die von einem Punkte des Gegenstandes, etwa von A ausgehenden und auf die Linse fallenden Strahlen nach dem Durchgang durch dieselbe so divergiren, als ob sie von einem auf derselben Nebenaxe liegenden, aber weiter von der Linse entfernten Punkte a kämen. So entsteht denn von dem innerhalb der Brennweite befindlichen Gegenstand AB ein vergrößertes aufrechtes Scheinbild ab. Dieses Scheinbild betrachtet man, wenn man eine Sammellinse als Lupe benutzt.

Wie die Sammelbilder der Hohlspiegel, so lassen sich auch die Sammelbilder der Converlinsen auf Schirmen auffangen. Von den auf Schirmen aufgefangenen Bildern der Sammellinsen macht man Gebrauch bei der Camera-obscura, der Zauberlaterne, sowie bei dem Sonnen- und Gasmikroskop.

Die Camera-obscura besteht im wesentlichen aus einer Sammellinse von etwas großer Brennweite, durch welche das Bild mehr oder minder entfernter Gegenstände entworfen wird. Damit dieses Bild möglichst lichtstark erscheint, muß von dem dasselbe auffangenden Schirme alles fremde Licht möglichst abgehalten sein; daher der Name. Fig. 40 stellt die Camera-obscura in der Form dar, wie sie gegenwärtig zum Photographiren verwendet wird. Auf der Vorderseite des Kastens a ist eine messingene Hülse h befestigt, in welcher sich eine zweite i mittels des Triebes r aus- und einschieben läßt. Die Hülse i enthält die Linse, welche ihre Bilder auf der ihr gegenüberstehenden mattgeschliffenen Glastafel g entwirft.

Diese Glastafel g ist in einem Schieber befestigt, welcher die Rückwand des in den Kasten a hineinpassenden, nach vorn hin offenen Kastens b bildet. Unsere Figur zeigt den Schieber mit der Glastafel g etwas in die Höhe gezogen. Je näher der Gegenstand rückt, desto mehr muß man den Kasten b aus a herausziehen. Die feinere Einstellung geschieht durch Verschiebung der Linse mittels des Triebes r.

Um von der Glastafel g möglichst alles fremde Licht abzuhalten, wird über den hintern Theil des Apparates ein schwarzes Tuch gehängt, unter welches der Beschauer des Bildes den Kopf steckt.

Die Einrichtung der Laterna-magica (Zauberlaterne) wird durch Fig. 41 erläutert. Der mit irgendwelchen Figuren bemalte Glasschieber wird bei a eingeschoben und durch das Licht einer in einem möglichst verschlossenen Blechkasten K befindlichen Lampe l erleuchtet. Um die Strahlen auf dem Gemälde möglichst zu concentriren, besteht die Rückwand des Kastens K aus einem metallischen, wohlpolirten Hohlspiegel H, zu weiterer Concentrirung der Lichtstrahlen auf den bei ab eingeschobenen Glasgemälde dient dann auch die Linse m. Von dem gemalten Gegenstand bei ab wird nun durch das Linsensystem nn und oo, welche zusammen wie eine einzige stärkere Linse wirken, auf einem weißen Schirm ein verkehrtes vergrößertes Bild entworfen.

Um sehr bedeutende Vergrößerungen zu erzielen muß man zunächst Linsen oder Linsensysteme von geringerer Brennweite wählen, damit das Object der Wahrheit nahe gebracht werden kann, dann aber für eine sehr intensive Beleuchtung des Gegenstandes sorgen, wie dies beim Sonnenmikroskop, Fig. 11, der Fall ist. In die Oeffnung, durch welche der Spiegel S in horizontaler Richtung ein Bündel Sonnenstrahlen in das verfinsterte Zimmer wirft, ist ein Rohr eingeschraubt, welches an dem dem Spiegel zugewendeten Ende durch eine Sammellinse geschlossen ist. Ungefähr im Brennpunkt dieser Linse, und deshalb also sehr hell erleuchtet, befindet sich der auf einem entsprechenden Schieber zwischen zwei Glasplatten eingeschlossene Gegenstand, von welchem dann das in dem kleinen Rohre L enthaltene Linsensystem von kurzer Brennweite auf einem weißen Schirm ein vergrößertes Bild entwirft.

Ganz nach denselben Principien sind auch das Gasmikroskop und das elektrische Mikroskop construirt, nur wird bei diesen der Gegenstand entweder durch das Drummond'sche Kalklicht oder durch das elektrische Kohlenlicht erleuchtet.

Die Wirkung der Hohllinsen ist ganz derjenigen der Converspiegel analog. Die Strahlen, welche von einem auf der Axe liegenden, unendlich weit entfernten Punkte kommend, als ein mit der Axe paralleles Strahlenbündel auf die Hohllinse fallen, divergiren nach dem Durchgang durch die Linse so, als ob sie von dem Hauptzerstreuungspunkte F, Fig. 42, kämen. Rückt der leuchtende Punkt näher, so rückt auch der Zerstreuungspunkt näher an das Glas heran; die von A, Fig. 43, divergirend auf die Hohllinse fallenden Strahlen werden durch dieselben noch divergenter gemacht, sie divergiren nach dem Durchgang durch die Linse so, als ob sie von B kämen. Daraus folgt dann auch, daß eine Hohllinse von jedem Gegenstand AB, Fig. 44, ein aufrechtes verkleinertes, innerhalb der Zerstreuungsweite liegendes Scheinbild, also nie ein Sammelbild liefert.

IV. Farbenlehre.

Die Farben des bereits obenerwähnten Spectrum rv, Fig. 28, Taf. 4, sind, wie es in Fig. 1, Taf. dargestellt ist, der Reihe nach roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Das weiße Licht wird also durch die Brechung in eine Reihe verschiedenfarbiger Strahlen zerlegt, von welchen die rothen am wenigsten, die violetten am meisten abgelenkt werden.

Diese Verschiedenheit der Ablenkung rührt nur daher, daß der Brechungsexponent einer und derselben Substanz für die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen verschieden ist. So ist z. B. der Brechungsexponent der mittlern Strahlen des

	roth	gelb	grün	blau	violett	z
Wasser	1,331	1,334	1,336	1,338	1,344	0,013
Crownglas	1,526	1,530	1,533	1,536	1,547	0,021
Flintglas	1,628	1,635	1,642	1,648	1,671	0,043
Schwefelkohlenstoff	1,618	1,631	1,644	1,655	1,702	0,084

Je größer die Differenz z zwischen dem Brechungsexponenten der violetten und rothen Strahlen für eine bestimmte Substanz ist, desto stärker zerstreuend wirkt sie, desto breiter ist also unter sonst gleichen Umständen das Spectrum, welches sie gibt. Stellt man also Prismen von Wasser, Crownglas, Flintglas und Schwefelkohlenstoff her, welche bei gehöriger Aufstellung die rothen Strahlen gleichstark ablenken, so ist das Spectrum für Wasser ganz kurz (d. h. die Entfernung vom rothen Ende bis zum violetten ist klein), für Crownglas ist dasselbe fast doppelt, für Flintglas fast 4 mal, für Schwefelkohlenstoff fast 8 mal so groß.

Da das weiße Licht in verschiedene Farben zerlegbar ist, so muß sich aus den Farben des Spectrums auch wieder weiß zusammensetzen lassen. Annähernd läßt sich dies mit der Newton'schen Farbenscheibe, Fig. 16, Taf. 5, zeigen; eine kreisförmige Scheibe, die ungefähr in dem Verhältniß, wie es die Figur zeigt, in sieben Sectoren getheilt ist, welche mit Farben angestrichen (oder mit farbigen Papieren beklebt) sind, welche den prismatischen Farben möglichst nahe kommen. Bei rascher Rotation um ihre Axe erscheint die Scheibe weiß oder vielmehr graulichweiß. Daß man kein ganz reines Weiß erhält, rührt daher, daß man nicht mit prismatischen Farben, sondern mit Pigmenten experimentirt.

Weit schöner läßt sich die Zusammensetzung des weißen Lichts aus den Farben des Spectrums durch folgenden, gleichfalls von Newton herrührenden Versuch darthun: Man erzeuge ein Spectrum mittels eines Prismas und fange dasselbe mittels einer Linse auf, wie es Fig. 17, Taf. 5, zeigt. Stellt man dann einen Papierschirm so auf, daß die von einem Punkte des Prismas aus divergirenden Strahlen wieder in einem Punkte vereinigt werden, so erblickt man auf dem Schirme ein vollkommen weißes Bild; durch die Vereinigung der divergirend auf die Linse fallenden farbigen Strahlen wird also wieder Weiß erzeugt.

Aus der ungleichen Brechbarkeit der verschiedenfarbigen Strahlen geht hervor, daß eine Linse eigentlich für jede andere Farbenart auch einen andern Brennpunkt habe, und zwar liegt der Brennpunkt der rothen Strahlen weiter von der Linse weg als der Brennpunkt der violetten. Dieses Auseinanderfallen der Brennpunkte verschiedenfarbiger Strahlen wird als chromatische Aberration bezeichnet.

Die chromatische Aberration verursacht aber eine Unreinheit der Linsenbilder, welche namentlich beim Mikroskop und beim Fernrohr störend wird, und welcher nur durch achromatische Linsen abgeholfen werden kann. Achromatische Linsen werden hergestellt durch die Combination einer Sammellinse A von Crownglas, Fig. 18, mit einer Hohllinse B von Flintglas, deren Zerstreuungsweite ungefähr doppelt so groß ist als die Brennweite von A.

Wenn man das Sonnenspectrum in voller Reinheit herstellt, so beobachtet man in demselben dunkle, zu seiner Längsrichtung rechtwinkelige Streifen, welche man nach ihrem Entdecker Fraunhofer'sche Linien nennt, und welche stets genau an derselben Stelle des Spectrums erscheinen. Am zahlreichsten sind diese bald breitern bald schmälern, bald schärfern bald verwaschenen Linien im blau und violett. Fraunhofer bezeichnet sieben der charakteristischsten unter diesen Linien, welche auch in dem Spectrum, Fig. 1, Taf. 5, dargestellt sind, mit A, B, C, D, E, F, G und H. Im Roth liegen A, B und C, im Gelb liegt D, im Grün E, im Blau F, im Indigo G und im Violett die beiden breiten dunkeln Linien H. Diese Linien zeigen sich am besten bei subjectiver Beobachtung des Spectrums durch ein Fernrohr. Durch einen feinen verticalen Spalt läßt man in horizontaler Richtung ein Bündel Sonnenstrahlen in das dunkle Zimmer eintreten und in einer Entfernung von 10 bis 15 Schritten auf ein Prisma s, Fig. 19, fallen. Die aus dem Prisma austretenden Strahlen beobachtet man dann durch ein Fernrohr.

Was nun die natürlichen Farben der Körper betrifft, so sind dieselben nie reine prismatische Farben, sondern stets aus verschiedenen Spectralfarben zusammengesetzt. Am leichtesten läßt sich dies mit durchsichtigen farbigen Körpern, z. B. mit farbigen Gläsern oder mit farbigen Flüssigkeiten zeigen. Man erzeuge ein Spectrum auf einem weißen Papierschirm und halte dann das farbige Glas vor die Oeffnung, durch welche die Sonnenstrahlen in das dunkle Zimmer eintreten, so wird sofort ein Theil des Spectrums verschwinden. Ein rothes Glas z. B. läßt alle Strahlen zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und A durch, wie Fig. 2 zeigt, während es alle andern Farben verschluckt. Eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak absorbirt dagegen alle Strahlen vom mittlern Grün bis zum äußersten Roth, dagegen läßt sie die violetten, dunkel- und hellblauen und einen Theil der grünen durch, wie Fig. 3 zeigt.

In gleicher Weise ist das Absorptionsspectrum einer Lösung von Berlinerblau in Fig. 4, des durch Kobalt blau gefärbten Glases in Fig. 5, einer grünen Lösung von Chlorkupfer in Fig. 6, einer gelben Lösung von saurem chromsaurem Kali in Fig. 7 dargestellt.

Sehr interessante und wichtige Erscheinungen bietet die prismatische Zerlegung farbiger Flammen. Die Weingeistflamme und auch die Flamme des Leuchtgases, wenn es mit der genügenden Menge von Luft gemengt ist, wie dies beim Bunsen'schen Brenner der Fall ist, sind an sich schwachleuchtend und farblos, sie werden aber starkleuchtend und gefärbt, wenn man gewisse Substanzen in die Flamme bringt. Bringt man etwas Kochsalz oder ein anderes Natronsalz in die Flamme, so wird sie intensiv gelb gefärbt. Bringt man einen schmalen Spalt vor diese gelbe Flamme und betrachtet man diesen Spalt durch ein Prisma, so reducirt sich das ganze Spectrum auf eine einzige helle, scharfe gelbe Linie, welche in dem Spectralstreifen Fig. 8 dargestellt ist. Derselbe Spectralstreifen, Fig. 8, zeigt aber außer der gelben Natriumlinie auch noch die rothe Linie, auf welche sich das Spectrum reducirt, wenn die Flamme durch Lithium gefärbt ist, sowie auch die grüne Linie der durch Thallium, und die blaue der durch Indium gefärbten Flamme. Fig. 9 zeigt das Spectrum der durch Strontium roth gefärbten Flamme. In gleichem Sinne zeigt Fig. 10 das Spectrum einer durch ein Kalisalz, und Fig. 11 das Spectrum einer durch ein Barytsalz gefärbten Flamme.

Fig. 1, Taf. 6, stellt einen Spectralapparat dar, wie man ihn zur genauen Beobachtung der eben besprochenen Erscheinungen anwendet. A ist ein Metallrohr, dessen hinteres Ende bis auf eine feine Spalte geschlossen ist. Die durch die Spalte in das Rohr A

eintretenden Strahlen werden durch eine Linse, welche das vordere Ende des Rohrs A verschließt, parallel gemacht und treffen so auf das Prisma P. Das durch dies Prisma erzeugte Spectrum wird durch das Fernrohr B beobachtet.

Das Rohr C enthält bei S eine kleine, auf Glas photographirte Scala mit weißen Theilstrichen auf schwarzem Grunde. Wenn diese Scala durch eine Flamme erleuchtet ist, so sieht man durch das Fernrohr B das von der Vorderfläche des Prismas P erzeugte Spiegelbild der Scala und somit erscheinen die hellen Linien des zu beobachtenden Spectrums auf diese Scala projicirt.

Läßt man den elektrischen Funken zwischen Spitzen von Eisen überschlagen, so zeigt die prismatische Zerlegung dieses Funkens ein Spectrum, welches aus mehr als 100 hellen, scharfen Linien verschiedener Farben besteht. Ein anderes System heller Linien zeigt der zwischen Kupfer überspringende Funken. Kurz jedem Metall kommt ein eigenthümliches System heller Spectrallinien zu.

Nun hat man gefunden, daß die Natriumlinie, Fig. 8, Taf. 5, genau mit der Fraunhofer'schen Linie D zusammentrifft, daß jeder hellen Linie des Eisenspectrums eine dunkle Fraunhofer'sche Linie entspricht, und daraus den Schluß gezogen, daß sowol Natrium als Eisen in der Sonnenatmosphäre enthalten sind. Dasselbe gilt für alle Metalle, deren helle Spectrallinien genau mit Fraunhofer'schen Linien zusammenfallen.

Die meisten farbigen Körper können nur solche Farbenstrahlen zerstreuen, welche schon im auffallenden Licht enthalten sind, wie man dies sehr schön mit farbigen Papieren zeigen kann. Rothes Papier erscheint nur dann roth, wenn das auffallende Licht rothe Strahlen enthält. Es zeigt keine Spur von rother Färbung, wenn es von einer durch Kochsalz gefärbten Weingeistflamme beleuchtet wird.

Manche sonst durchsichtige Körper haben die merkwürdige Eigenschaft, unter dem Einfluß gewisser Lichtstrahlen selbstleuchtend zu werden, und Licht von einer Farbe zu zerstreuen, welche von der Farbe des auffallenden Lichts verschieden ist. Solche Körper nennt man fluorescirende Körper. Sie zeigen, dem weißen Lichte ausgesetzt, einen eigenthümlichen Schiller, welcher sich am schönsten beobachten läßt, wenn man mittels einer Sammellinse einen Strahlenkegel auf dieselben fallen läßt, wie Fig. 20, Taf. 5, erläutert. Der so concentrirte Strahlenkegel bildet einen leuchtenden Büschel, welcher lichtblau in einer Chininlösung und in Petroleum, grün in einem weingeistigen Extract von Stechapfelsamen und in Glas, welches durch Uranoxyd gefärbt ist; roth in einer ätherischen Lösung von Blattgrün erscheint.

Die Farbe des Büschels bleibt ungeändert, wenn man die auf die Linse fallenden Strahlen erst durch ein blaues Glas gehen läßt. Die blauen Strahlen können also im Uranglas den grünen Büschel erzeugen, während dies die grünen, gelben und rothen nicht vermögen.

Am schönsten zeigt sich das Verhalten der fluorescirenden Substanzen, wenn man das Spectrum auf dieselben projicirt. Fängt man z. B. auf einer Platte von Uranglas das Spectrum auf, so gehen die rothen, gelben und grünen Strahlen durch, wie durch farbloses Glas; da aber, wo die hellblauen, dunkelblauen und violetten Strahlen auffallen, zerstreut das Uranglas ein grünes Licht, man sieht hier einen grünen Spectralstreifen, welcher ungefähr an der Grenze zwischen grün und blau des Spectrums beginnt und sich noch weit über das violette Ende des Spectrums hinauserstreckt. Auf diesem Spectrum zeigen sich die Fraunhofer'schen Linien sehr schön, und man beobachtet sie auch noch in dem ultravioletten Theil des Spectrums. Es werden also die blauen und violetten Strahlen, sowie noch brechbarere, welche unmittelbar gar nicht sichtbar sind, durch das Uranglas in grünes Licht verwandelt.

Es sind vorzugsweise die brechbarern, also die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen, welche die Erscheinungen der Fluorescenz erzeugen.

V. Die Photographie.

Das Licht ist im Stande, chemische Wirkungen hervorzubringen; so wird z. B. das weiße Chlorsilber durch den Einfluß der Lichtstrahlen geschwärzt, was nur eine Folge seiner Zersetzung ist, indem das Chlor entweicht und das Silber, in feinvertheiltem Zustande schwarz erscheinend, zurückbleibt. Auf solchen chemischen Wirkungen des Lichts beruht die Photographie.

An die Stelle, an welcher das scharfe Bild eines Gegenstandes in der Camera-obscura entsteht, wird ein Schieber g, Fig. 40, Taf. 4, eingeschoben, an welchem eine mit einer durch Jodsilber imprägnirten Collodiumschicht überzogene Glasplatte befestigt ist. Das Jodsilber ist in gleicher Weise empfindlich gegen das Licht wie das Chlorsilber. Nachdem das Licht eine Zeit lang auf die Collodiumschicht eingewirkt hat, ist die chemische Zersetzung des Jodsilbers in derselben gleichsam eingeleitet, und wenn nun eine reducirende Flüssigkeit, d. h. eine solche darauf gegossen wird, welche große Verwandtschaft zum Jod hat, so wird durch dieselbe das Jodsilber an den Stellen zersetzt, auf welche das Licht eingewirkt hatte.

An den hellsten Partien des Bildes wird das Jodsilber ganz zersetzt, sie werden also ganz schwarz, den halbdunkeln Partien tritt nur eine theilweise Schwärzung ein, an den ganz dunkeln Partien des Bildes aber bleibt das Jodsilber ganz unzersetzt. Man hat also nun auf der Glasplatte ein negatives Bild, d. h. ein Bild, in welchem die hellen Partien des Gegenstandes dunkel, die Schattenpartien des Gegenstandes hell erscheinen.

Das so hergestellte negative Bild würde aber nur von kurzer Dauer sein, weil an allen Stellen, wo das Licht gar nicht oder nur schwach eingewirkt hat, noch unzersetztes Jodsilber vorhanden ist, welches unter dem Einfluß des Lichts nach und nach auch noch zersetzt wird, sodaß nach einiger Zeit die ganze Collodiumschicht geschwärzt sein würde.

Um dies zu verhindern, muß man sogleich nach Herstellung des negativen Bildes dasselbe dadurch fixiren, daß man alles noch unzersetzte Jodsilber entfernt, was dadurch geschieht, daß man die Platte mit einer Flüssigkeit übergießt, welche das Jodsilber auflöst, z. B. eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron in Wasser.

Nehmen wir z. B. an, der zu photographirende Gegenstand sei ein großer, auf eine weiße Wand geschriebener Buchstabe, so würde man nach dem eben besprochenen Verfahren von demselben das verkehrte negative Bild, Fig. 21, Taf. 5, auf der Glasplatte erhalten.

Von diesem negativen Glasbild muß nun aber eine positive Copie gemacht werden, was dadurch geschieht, daß man auf die Collodiumseite des negativen Bildes ein mit Chlorsilber imprägnirtes Papier legt. Um dasselbe sanft andrücken zu können, bedient man sich des Copierrahmens, Fig. 2, Taf. 6, dessen die Glasplatte des Copierrahmens kommt zunächst

negative Glasbild, darauf das Chlorsilberpapier, darauf eine Lage von Tuch oder Filz und darauf endlich ein Brett, welches mittels Schrauben angedrückt werden kann. Wird nun die Glasseite des Copierrahmens gegen die Sonne gekehrt, so dringen ihre Strahlen durch die ungeschwärzten Partien des negativen Bildes auf das Chlorsilberpapier, welches also gerade da geschwärzt wird, wo die hellen Partien des negativen Bildes sind, während es da weiß bleibt, wo die dunkeln Stellen des negativen Bildes die Sonnenstrahlen von ihm abhalten. Die so erhaltene positive Copie, Fig. 22, muß hier auch durch eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron fixirt werden, denn sonst würde das Bild in kurzer Zeit ganz schwarz werden.

Die chemische Wirkungsfähigkeit der verschiedenfarbigen Strahlen ist sehr ungleich. Im allgemeinen wirken die weniger brechbaren Strahlen, also die rothen, gelben und grünen, am wenigsten; während die brechbarern am stärksten wirken. Dieselben Strahlen, welche die Erscheinung der Fluorescenz hervorrufen, bringen auch die stärkste chemische Wirkung hervor. Wenn man das Spectrum auf einer photographisch präparirten Collodiumschicht auffängt, so findet man, daß die rothen, gelben, grünen und ein Theil der blauen Strahlen unwirksam sind, denn man erhält ein negatives Bild des Spectrums, welches erst zwischen den Frauenhofer'schen Linien F und G beginnt und noch weit über H hinausgeht. Also auch die für sich unsichtbaren ultravioletten Strahlen bringen noch chemische Wirkungen hervor.

In photographischen Bildern werden deshalb auch alle rothen, gelben und grünen Gegenstände viel zu dunkel erscheinen, was die malerische Haltung derselben oft wesentlich beeinträchtigt.

VI. Das Auge und die optischen Instrumente.

Das **Auge** des Menschen und der höhern Thiere ist, was seine optische Construction anlangt, eine Camera obscura. Der ganze Augapfel, Fig. 23, Taf. 5, ist von einer festen harten Haut (tunica sclerotica) eingeschlossen, welche nur an der vordersten Stelle bei a durchsichtig und hier auch etwas stärker gewölbt ist (Hornhaut). Hinter der Hornhaut befindet sich ein undurchsichtiger Schirm bb', die Regenbogenhaut, oder Iris, mit einer kreisförmigen Oeffnung ss' (die Pupille), durch welche allein die Lichtstrahlen in das Innere des Auges eindringen können. Dicht hinter der Pupille befindet sich die Krystallinse k. Der Zwischenraum zwischen der Linse und der Hornhaut ist mit einer wässerigen, der Zwischenraum zwischen der Linse und der Rückwand des Augapfels ist mit einer gallertartigen Flüssigkeit (Glasfeuchtigkeit) ausgefüllt.

Die Rückwand des Augapfels ist innen mit der Netzhaut (retina) überkleidet, welche eine Ausbreitung des optischen Nervs n ist. Auf dieser Netzhaut entsteht ein verkehrtes verkleinertes Bild der äußern Gegenstände, wie dies Fig. 45, Taf. 4, erläutert.

Daß wirklich ein solches Netzhautbildchen vorhanden ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man in den Augapfel eines frisch geschlachteten Ochsen oben eine kleine Oeffnung bei a, Fig. 24, Taf. 5, einschneidet und durch diese nach der Netzhaut hinschaut, während ein beliebiger Gegenstand in passender Entfernung vor dem Auge aufgestellt ist.

Man kann nur dann einen Gegenstand deutlich sehen, wenn sein Bild auf der Netzhaut scharf ist.

Es gibt für jedes Auge eine kleinste Entfernung, über welche hinaus man ihm den Gegenstand nicht nähern darf, wenn man ihn noch deutlich sehen will. Es ist dies die Weite des deutlichen Sehens, welche bei Kurzsichtigen kleiner, bei Fernsichtigen größer ist als 10 Zoll.

Jeder auf der Netzhaut gemachte Lichteindruck wirkt noch eine Zeit lang nach; daher kommt es, daß eine im Kreis geschwungene glühende Kohle als ein ununterbrochener feuriger Ring erscheint, daß man die einzelnen Sectoren einer abwechselnd schwarz und weiß bemalten, rasch um ihren Mittelpunkt rotirenden Scheibe, Fig. 46, Taf. 4, nicht mehr unterscheiden kann.

Auf der Dauer des Lichteindrucks beruht auch die Wunderscheibe (stroboskopische Scheibe), Fig. 25, Taf. 5. An dem Umfang einer Scheibe von Pappendeckel sind in gleichen Abständen voneinander 12 gleiche Oeffnungen eingeschnitten. Innerhalb dieses Löcherrings ist nun eine Scheibe befestigt, auf welcher ein und derselbe Gegenstand in 12 aufeinanderfolgenden Stellungen abgebildet ist. Hält man nun die Vorderfläche der Scheibe vor einen Spiegel, so sieht man durch irgend eine, etwa die oberste Oeffnung das Spiegelbild der Figuren, und wenn nun beide Scheiben zusammen rasch um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe rotiren läßt, so scheint es dem durch die Löcher nach dem Spiegel schauenden Auge, als ob der auf der kleinen Scheibe gemalte Gegenstand sich bewege.

Wenn man das Auge eine Zeit lang auf einen lebhaft gefärbten, hellerleuchteten Gegenstand heftet, so wird die Empfindlichkeit der Netzhaut für diese Farbe abgestumpft, während sie für die übrigen Farben ungeändert bleibt. Wendet man das Auge, nachdem es eine Zeit lang den farbigen Gegenstand fixirt hatte, auf eine weiße Fläche, so sieht man ein Nachbild des Gegenstandes von complementärer Farbe. Man hefte z. B. das Auge eine Zeit lang auf 7 grellgrüne Scheibchen, welche auf ein weißes Papier aufgeklebt sind, wie Fig. 26, Taf. 5, und wende dann das Auge etwas seitwärts, so glaubt man nun 7 rothe Scheibchen auf weißem Grunde zu sehen (subjective Farben).

Das Sehen mit zwei Augen trägt wesentlich zur richtigern Schätzung der Entfernung näherer Gegenstände bei. Von einem nicht gar weit entfernten Gegenstande gibt uns das rechte Auge eine etwas andere Ansicht als das linke; durch die gegenseitige Ergänzung dieser beiden Bilder erhalten wir aber erst einen wahrhaft plastischen Eindruck des Gegenstandes, wie ihn ein einzelnes Bild nie geben kann. Damit hängt nun auch die überraschende Wirkung der Stereoskopbilder zusammen. Zwei zusammengehörige Stereoskopbilder sind nie ganz gleich, denn das eine stellt den Gegenstand dar, wie er dem rechten, das andere, wie er dem linken Auge erscheint. Das Stereoskop, Fig. 27, bewirkt nun, daß jedes Auge nur das für es bestimmte Bild und zwar in solcher Richtung sehen kann, daß sich die beiden Bilder zu einem Totaleindruck vereinigen. Fig. 28 stellt die beiden Gläser eines Stereoskops, welche den doppelten Zweck erfüllen, die Bilder etwas vergrößert zu zeigen und sie etwas gegeneinander zu rücken, im Durchschnitt dar.

Denkt man sich von den äußersten Punkten A und B, Fig. 45, Taf. 4, eines Gegenstandes gerade Linien nach den äußersten Punkten a und b seines Netzhautbildchens im Auge gezogen, so ist der Winkel, welchen diese beiden Visirlinien miteinander machen, der Sehwinkel, unter welchem der Gegenstand AB dem Auge erscheint. Die scheinbare Größe des Gegenstandes ist diesem Sehwinkel proportional. Ein größerer Gegenstand A'B', Fig. 29, Taf. 5, kann unter demselben Sehwinkel erscheinen, wie ein kleinerer AB, wenn er entsprechend weiter entfernt ist.

Die scheinbare Größe eines Gegenstandes wächst, wenn man ihn dem Auge nähert; um einen kleinen Gegenstand recht groß zu sehen, muß man ihn also dem Auge möglichst nähern. Da man aber den Gegenstand nicht innerhalb der Sehweite des Auges bringen darf, wenn man ihn noch deutlich sehen will, so ist dadurch einer fernern Annäherung und Vergrößerung des Sehwinkels eine Grenze gesetzt. Will man einen kleinen Gegenstand größer sehen, als es mit bloßem Auge möglich ist, so muß man ein einfaches oder zusammengesetztes Mikroskop anwenden.

Das einfache Mikroskop ist eine Sammellinse von kurzer Brennweite (Lupe), welche man dicht vor das Auge bringt, und dann den Gegenstand innerhalb der Brennweite der Linse hält, wie Fig. 39, Taf. 4, erläutert. Man hält den Gegenstand AB so, daß das aufrechte vergrößerte Scheinbild ab in der Weite des deutlichen Sehens ist. Für stärkere Vergrößerungen muß man das zusammengesetzte Mikroskop anwenden, dessen Einrichtung durch Fig. 30, Taf. 5, erläutert wird. Einer Sammellinse ab von kurzer Brennweite (dem Objectiv), wird der zu betrachtende Gegenstand rs (Object) fast bis zum Brennpunkt genähert. Die Linse ab entwirft dann von dem Objecte rs ein verkehrtes vergrößertes Sammelbild RS, und dieses Sammelbild RS wird dann durch das Ocular cd wie durch eine Lupe betrachtet, sodaß man es vergrößert in R'S' erblickt.

Die äußere Construction des Mikroskops wird durch Fig. 31 erläutert. Die Objectivlinse o ist an das untere Ende eines Metallrohrs angeschraubt, während das Ocular am obern Ende desselben bei n eingesteckt wird. Das Object wird auf das in der Mitte durchbrochene Tischlein pp gelegt und von unten her durch den Spiegel ss erleuchtet.

Die Construction des Fernrohrs beruht auf denselben Principien. Die verständlichste Form desselben ist das astronomische Fernrohr, dessen Wirkung durch die schematische Fig. 32, Taf. 5, erläutert wird. Von dem entfernten, zu betrachtenden Gegenstand AB wird durch eine Sammellinse o von größerer Brennweite (das Objectiv) ein verkehrtes verkleinertes Bild ab entworfen und dieses durch die Ocularlinse vv, welche auch hier als Lupe dient, betrachtet, sodaß man es vergrößert in a'b' erblickt. Fig. 34 erläutert die äußere Einrichtung des astronomischen Fernrohrs. Das Objectiv ist bei k, das Ocular ist bei o angeschraubt. Wenn der Gegenstand AB, Fig. 32, dem Ocular näher rückt, so entfernt sich das Bild ab von demselben, man muß also auch die Ocularlinse vv vom Objectiv mehr entfernen; aus diesem Grunde muß das Ocular etwas gegen das Objectiv verschiebbar sein. Größere Fernrohre werden auf Stativen aufgestellt, wie Fig. 33 zeigt.

Das astronomische Fernrohr gibt ein verkehrtes Bild der Gegenstände, was bei Betrachtung irdischer Objecte, wie Landschaften, sehr störend ist. Zu diesem Zweck eignen sich deshalb besser das holländische oder Galilei'sche Fernrohr und das terrestrische oder Erdfernrohr. Bei dem holländischen Fernrohr wird das Ocular durch eine Hohllinse, Fig. 35, gebildet, welche die vom Objectiv kommenden Strahlen auffängt, ehe sie sich noch zum Bild ab vereinigt haben, sodaß die Strahlen, welche gegen einen Punkt des nicht zu Stande kommenden Bildes ab convergiren, nach dem Durchgang durch die Hohllinse v so divergiren, als ob sie von einem Punkt des vergrößerten Bildes a'b' kämen.

Das holländische Fernrohr erlaubt nur schwächere Vergrößerungen, weil sein Gesichtsfeld für einigermaßen starke Vergrößerungen sehr klein wird. Die bekannten Theaterperspective, welche nur eine 2 bis 3 malige Vergrößerung geben und deren innere Einrichtung durch Fig. 36 erläutert wird, sind holländische Fernrohre.

Bei dem Erdfernrohr ist das als Lupe wirkende Ocular des astronomischen Fernrohrs durch ein schwach wirkendes Mikroskop ersetzt, welches das verkehrte Bild des Objectivs wieder umkehrt, also ein aufrechtes Bild des Gegenstandes gibt.

Die verbreitetste Form des Erdfernrohrs sind die allgemein bekannten Zugfernrohre, deren Einrichtung durch Fig. 37 erläutert wird. Die Ocularröhre enthält 4 Sammellinsen, welche zusammen wie ein schwaches Mikroskop wirken.

Ehe man gelernt hatte, achromatische Linsen zu construiren, waren die dioptrischen Fernrohre wegen der chromatischen Aberration ziemlich mangelhaft, man suchte sie deshalb durch katoptrische zu ersetzen, d. h. man ersetzte die Objectivlinse durch einen Hohlspiegel und so entstanden die Spiegelteleskope.

Die Construction des Newton'schen Spiegelteleskops wird durch Fig. 38 erläutert. An dem Ende eines weiten offenen Rohrs ist ein metallener Hohlspiegel ss eingesetzt, der von einem weit entfernten Gegenstande ein verkehrtes verkleinertes Bild bei a entwerfen würde, wenn die von ss kommenden Strahlen nicht durch den metallenen Planspiegel p aufgefangen würden; durch diesen Planspiegel werden aber die Strahlen seitwärts reflectirt, sodaß das Bild des entfernten Gegenstandes bei b entsteht. Dieses Bild bei b wird nun durch das Ocular o betrachtet.

Fig. 39 erläutert die Construction des Gregory'schen Spiegelteleskops. Der in seiner Mitte durchbrochene Objectivspiegel ss entwirft von dem entfernten Gegenstand ein verkehrtes verkleinertes Bild in a. Dieses Bild a befindet sich aber nahe bei dem Brennpunkt des kleinen Hohlspiegels V, welcher vom Bilde a ein vergrößertes aufrechtes Bild b entwirft, und dieses Bild b wird endlich durch das Ocular o betrachtet. Fig. 40 stellt das Aeußere eines Geregory'schen Spiegelteleskops dar.

VII. Interferenz der Lichtstrahlen.

Die Grundlage zur Erklärung der Lichterscheinungen bildet die gegenwärtig von allen Physikern angenommene Vibrations- oder Undulationstheorie, nach welcher das Licht durch eine sehr rasche Oscillationsbewegung der Atome des leuchtenden Körpers erzeugt, und durch eine Wellenbewegung des Aethers, einer imponderabeln, höchst feinen und elastischen Substanz, welche alle Himmelsräume und die Zwischenräume zwischen den Atomen der ponderabeln Körper ausfüllt, fortgepflanzt werden.

Es sei AB, Fig. 41, die Richtung, nach welcher sich ein elementarer Lichtstrahl fortpflanzt, so werden alle Aethertheilchen, welche in ihrem Ruhezustand auf der geraden Linie AB liegen, rechtwinkelig zu dieser Richtung hin- und hervibriren, sodaß sie in einem bestimmten Moment etwa die gegenseitige Stellung haben, wie es die Figur andeutet. Das Theilchen b oscillirt zwischen b' und b'', das Theilchen f oscillirt zwischen f' und f''. In demselben Moment, in welchem b in b' ankommt, kommt f in f' an, u. s. w.

Der Abstand von b nach f ist eine halbe, der Abstand von b nach c ist eine ganze Wellenlänge. Zwei Aethertheilchen, welche um eine halbe Wellenlänge voneinander entfernt sind, befinden sich stets in entgegengesetzten, solche, welche um eine ganze Wellenlänge entfernt sind, befinden sich in gleichen Schwingungszuständen.

Wenn demnach von einer gemeinsamen Lichtquelle ausgehend zwei Lichtstrahlen auf verschiedenen Wegen zu einem und demselben Punkte gelangen, so können sie sich entweder unterstützen, wenn der Unterschied ihrer Wege (Gangunterschied) eine, oder ein ganzes Vielfaches einer Wellenlänge beträgt; oder sie müssen sich in ihrer Wirkung aufheben, wenn ihr Gangunterschied eine halbe oder ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge beträgt.

Ein solches Zusammenwirken zweier Lichtstrahlen, bei welchem sie sich je nach den Umständen gegenseitig verstärken oder aufheben, wird Interferenz genannt.

Die Interferenz der Lichtstrahlen läßt sich am einfachsten mit Hülfe der Fresnel'schen Interferenzspiegel zeigen. Zwei ebene Spiegel von schwarzem Glase sind so zusammengestellt, daß sie einen sehr stumpfen (wenig von 180° abweichenden) Winkel miteinander machen. Wenn man auf dieselben von einer entfernten Lichtquelle, etwa von einer verticalen Lichtlinie c, Fig. 4, Taf. 6, in sehr schräger Richtung Strahlen auf diese Spiegel fallen läßt, so werden sich die von beiden Spiegeln reflectirten Strahlen unter sehr spitzem Winkel schneiden. Je zwei der reflectirten, in irgendeinem Punkte d sich schneidenden Strahlen haben nun aber meist ungleich lange Wege csd und cs'd zurückgelegt. Je nachdem nun die Differenz dieser Wege ein ganzes Vielfaches einer Wellenlänge, oder ein ungerades Vielfaches einer halben Wellenlänge beträgt, werden sich die in d zusammentreffenden Strahlen unterstützen oder aufheben, man sieht hier also abwechselnd helle und dunkle Streifen, Fig. 42, Taf. 5. Weil diese Streifen sehr fein sind, muß man sie mit der Lupe betrachten. Fig 3, Taf. 6, erläutert die Construction der Interferenzspiegel.

Ein zweites Beispiel von Interferenz der Lichtstrahlen liefern die Beugungserscheinungen, welche beim Durchgang des Lichts durch sehr enge Oeffnungen erzeugt werden. Der einfachste Fall des Beugungsphänomens ist folgender: Die Sonnenstrahlen, welche man durch einen verticalen Spalt in ein dunkles Zimmer ganz in der Weise eintreten läßt, als ob man ein prismatisches Spectrum erzeugen wollte, werden durch einen 10 bis 15 Fuß entfernten Schirm aufgefangen, in welchem sich nur ein $^1/_8$ bis 1 Millimeter breiter, dem ersten paralleler Spalt befindet. Läßt man nun die durch den zweiten Spalt hindurchgegangenen Strahlen in einer Entfernung von abermals 10 bis 15 Fuß auf einen Schirm von weißem Papier fallen, so sieht man auf demselben nicht etwa blos einen schmalen verticalen Lichtstreif, wie man nach der geradlinigen Fortpflanzung des Lichts erwarten sollte, sondern die Beugungsfigur Fig. 44, Taf. 5: ein breites, weißes, helles Feld in der Mitte, welches zu beiden Seiten von abwechselnd hellen und dunklen farbigen Streifen gesäumt ist. Das Beugungsbild wird um so breiter und lichtschwächer, je schmäler der Spalt ist.

Am einfachsten gestaltet sich die Erscheinung für homogenes (einfarbiges) Licht. Läßt man das auf die zweite Spalte fallende Licht erst durch ein rothes Glas gehen, so besteht das Beugungsbild aus abwechselnd rothen und schwarzen Streifen. Wendet man statt des rothen Glases ein grünes an, so ist das Beugungsbild der Art nach dasselbe, nur rücken die Streifen etwas näher zusammen; noch mehr rücken sie aber für blaues Licht zusammen.

Mit der Gestalt der beugenden Oeffnung ändert sich auch die Gestalt des Beugungsbildes. Fig. 45 stellt das Beugungsbild dar, wie es durch eine kleine rautenförmige Oeffnung der nebenstehenden Form erzeugt wird. Fig. 5, Taf. 6, zeigt das Beugungsbild einer kleinen kreisförmigen Oeffnung.

Weit schöner als beim Auffangen auf einem Schirme zeigen sich die Beugungserscheinungen bei subjectiver Beobachtung, d. h. wenn man gleichsam die Netzhaut zum Auffangen des Beugungsbildes benutzt. Am besten geschieht dies, wenn man die beugende Oeffnung vor das Objectiv eines Fernrohrs setzt, Fig. 6, Taf. 6, und dann durch das Fernrohr nach der Lichtquelle schaut.

Eine weitere Reihe von Interferenzerscheinungen bilden die Farben dünner Blättchen. Jeder durchsichtige Körper glänzt nämlich mit den brillantesten Farben, wenn er nur hinlänglich dünn ist. Das bekannteste Beispiel sind die Seifenblasen.

Newton brachte diese Farben in der größten Regelmäßigkeit dadurch hervor, daß er eine Glaslinse von sehr großer Brennweite auf eine ebene Glastafel legte. Es bildet sich dann eine sehr dünne Luftschicht zwischen den beiden Gläsern, welche von der Mitte bis zum Rande hin allmählich dicker wird, und welche bei auffallendem weißem Lichte eine Reihe brillanter Farbenringe zeigt, deren Centrum durch einen dunkeln Fleck gebildet wird, wie dies durch Fig. 46, Taf. 5, anschaulich gemacht werden soll.

Durch die dunkelsten Stellen dieser Ringe werden sie gleichsam in verschiedene Abtheilungen (Ordnungen) getheilt. Die Farben von der Mitte bis zum ersten dunkeln Ring, heißen die Farben erster Ordnung; vom ersten bis zum zweiten dunkeln Ring heißen sie Farben zweiter Ordnung, u. s. w.

Die Erscheinung rührt daher, daß die an der Vorderfläche der dünnen Schicht reflectirten Strahlen mit denjenigen zur Interferenz kommen, welche an der hintern Fläche reflectirt werden, welche also einen größern Weg zurückgelegt haben, wie dies Fig. 47, Taf. 5, andeutet. Da nun aber die Wellenlänge der verschiedenen Farben ungleich ist, so kommt es, daß für gewisse Farben die interferirenden Strahlen sich gegenseitig unterstützen, während sie sich an derselben Stelle des dünnen Blättchens gegenseitig aufheben. An solchen Stellen, welche die Farben zweiter und dritter Ordnung zeigen, herrscht eine Farbe entschieden vor, während andere im Minimum sind, wie sich am besten durch prismatische Zerlegung darthun läßt.

Fig. 12, Taf. 5, zeigt die prismatische Zerlegung des Grüns vierter Ordnung. Allerdings herrscht hier das Grün vor, allein es kommt von andern Farben doch noch so viel hinzu, daß das Grün vierter Ordnung ziemlich matt erscheint.

Für Blättchen, welche so dick sind, daß sie in weißem Licht keine Farben mehr zeigen, hört deshalb die Interferenz nicht auf, nur wirken die verschiedenen Farben so zusammen, daß keine vorherrschen kann, wie man dies am besten durch die prismatische Zerlegung der Farben solcher dicker Blättchen (Fig. 13 und 14) nachweisen kann.

VIII. Polarisation und doppelte Brechung.

Ein Lichtstrahl ist polarisirt, wenn die rechtwinkelig zu seiner Fortpflanzungsrichtung stattfindenden Vibrationen der Aethertheilchen sämmtlich in einer und derselben Ebene stattfinden.

Solche polarisirte Strahlen entstehen z. B., wenn ein gewöhnlicher Lichtstrahl ab, Fig. 49, Taf. 5, so auf eine Glasplatte RS fällt, daß der Winkel abh, den er mit ihr macht, 35° beträgt. Der reflectirte Strahl bc ist alsdann polarisirt, seine Schwingungen sind der Ebene des Spiegels RS parallel, sie gehen sämmtlich in der Ebene lfdm vor sich.

Um die Erscheinungen der Polarisation an Glasspiegeln zu zeigen, muß man schwarzes Glas oder doch auf der Rückseite geschwärztes Glas anwenden. In Fig. 48 sei fgih ein schwarzer Glasspiegel, welcher in der Richtung bc einen polarisirten Strahl reflectirt. Fällt dieser Strahl auf eine zweite, ebenfalls auf der Rückseite geschwärzte Glastafel, welche der untern parallel ist, so wird dieser zweite Spiegel den Strahl bc in der Richtung cd reflectiren; dreht man jedoch den obern Spiegel so, daß die Richtung des Strahls bc die Umdrehungsaxe bildet, so bleibt zwar der Winkel, welchen der einfallende Strahl bc mit der Spiegelfläche macht, ungeändert, allein der Parallelismus der beiden Spiegel hört auf; der reflectirte Strahl wird um so schwächer, je weiter man dreht, die Reflexion am obern Spiegel hört ganz auf, wenn man um 90° gedreht hat.

Fig. 7, Taf. 6, stellt einen Polarisationsapparat dar, mit welchem sich die eben angedeuteten Versuche ausführen lassen. Bequemer ist der Nörrembergische Polarisationsapparat, Fig. 8, bei welchem die polarisirten Strahlen in verticaler Richtung zum obern Theil des Apparats gelangen. Der Polarisationsspiegel AB ist auf der Rückseite nicht geschwärzt. Die von ihm polarisirten Strahlen gehen vertical nach unten, wo sie, durch den in gewöhnlicher Weise belegten Spiegel s vertical nach oben reflectirt, durch den Polarisationsspiegel AB ungeändert hindurchgehen, um endlich zum Zerlegungsspiegel CD zu gelangen.

In der Mitte des Apparats befindet sich ein Tischlein m von Glas, welches für gewöhnlich horizontal steht, welches man aber in horizontaler Ebene umdrehen und etwas gegen die Horizontale neigen kann.

Ein zweites Mittel, polarisirtes Licht zu erhalten, bieten solche Turmalinplatten, welche parallel mit der krystallographischen Hauptaxe dieses meist grün oder braun gefärbten Minerals geschnitten sind. Eine solche Platte läßt nur solche Strahlen durch, deren Schwingungsebene parallel ist der krystallographischen Hauptaxe, wie dies durch Fig. 47, Taf. 4, erläutert werden soll, in welcher abcd eine Turmalinplatte darstellen soll, deren Axe parallel der Kante ab (also auch parallel der Schraffirung) ist. Der in der Richtung RS hindurchgegangene Strahl ist so polarisirt, daß seine Schwingungen in der Ebene fgih stattfinden.

Legt man zwei Turmalinplatten abdc, Fig. 48, Taf. 4, und efhg so aufeinander, daß die krystallographischen Axen beider parallel sind, so wird das Licht, welches durch die untere Platte hindurchgegangen ist, auch durch die zweite hindurchgehen. Dreht man aber die eine, etwa efhg, in ihrer Ebene aus dieser Lage des Parallelismus heraus, so wird das durchgelassene Licht schwächer und schwächer, bis es endlich ganz verschwindet, wenn man die eine Platte um 90° gedreht hat, bis also die Axen der beiden Platten gekreuzt sind, Fig. 49.

Um mit den Turmalinplatten bequem experimentiren zu können, werden sie in eine Turmalinzange, Fig. 9, Taf. 6, gefaßt, welche erlaubt, jede der mittels Kork in ein gerändertes Messingscheibchen eingesetzten Turmalinplatten bequem in ihrer Ebene umzudrehen. Fig. 43, Taf. 5, stellt eine andere Form der Turmalinzange dar.

Wenn man aus irgendeinem Krystall, welcher nicht zum regulären System gehört, ein Prisma bildet und durch dasselbe nach irgendeinem kleinen Gegenstand hinschaut, so erblickt man in der Regel zwei Bilder des Gegenstandes, welche ungleich starke Ablenkung durch das Prisma erlitten haben; die einfallenden Lichtstrahlen sind also in zwei ungleich stark brechbare Bündel getheilt worden, welche, wie sich durch die Untersuchung mit der Turmalinplatte ergibt, polarisirt sind, und deren Schwingungsebenen rechtwinkelig zueinander stehen. Die Schwingungen, welche die Strahlen des einen Bildes fortpflanzen, finden in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe statt, die Schwingungen des andern sind rechtwinkelig zu derselben.

Der rechtwinkelig zur Hauptaxe vibrirende Strahl wird der ordinäre, der andere wird der extraordinäre genannt. Der ordinäre Strahl pflanzt sich nach allen Richtungen im Krystall mit gleicher Geschwindigkeit fort, für den extraordinären Strahl ist die Geschwindigkeit veränderlich, je nach der Richtung, in welcher er den Krystall durchläuft. Bei den Krystallen des quadratischen und des hexagonalen Systems haben der ordinäre und der extraordinäre Strahl in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe gleiche Geschwindigkeit; in der Richtung der Hauptaxe findet also keine doppelte Brechung statt. Solche Richtungen im Krystall, nach welchen sich alle Strahlen mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen, werden optische Axen genannt. Für die Krystalle der obengenannten zwei Systeme gibt es nur eine optische Axe, für die drei folgenden Krystallisationssysteme gibt es deren zwei. Danach unterscheidet man optisch einaxige und zweiaxige Krystalle.

IX. Chromatische Polarisation.

Legt man ein dünnes Plättchen irgendeines doppelt brechenden Krystalls, etwa ein dünnes Gipsblättchen auf das Tischlein m des Polarisationsapparats, Fig. 8, Taf. 6, so erscheint sein Bild, im obern Spiegel betrachtet, schön gefärbt. Die Farbe ändert sich mit der Dicke des Blättchens, mit seiner Lage und mit der Stellung des Zerlegungsspiegels.

Das Gipsblättchen sei so gelegt, daß seine Farbe möglichst brillant erscheint, während die Schwingungsebenen der beiden Polarisationsspiegel AB und CD gekreuzt sind, so geht die Farbe in die complementäre über, wenn man den obern Spiegel um 90° dreht. Erscheint z. B. das Blättchen bei gekreuzten Spiegeln grün, so ist es roth bei parallelen Spiegeln.

Ganz eigenthümliche Ringfiguren beobachtet man, wenn man senkrecht zur Axe geschnittene Krystallplatten in die Turmalinzange legt. Näheres darüber lehrt die Mineralogie.

Im normalen Zustande zeigt Glas keine doppelte Brechung und folglich auch keine chromatische Polarisation; dieselbe erscheint aber, sobald durch einseitigen Druck, durch Erwärmung, durch rasche Abkühlung glühend gemachter Glasplatten u. s. w. die Homogenität der Masse zerstört wird. Fig. 50, Taf. 4, zeigt die Erscheinung einer dicken, schnell gekühlten quadratischen Glasplatte zwischen gekreuzten Spiegeln, wenn man sie auf das mittlere Tischlein des Polarisationsapparates Fig. 8, Taf. 6, legt.

Wenn man eine senkrecht zur Axe geschliffene Quarzplatte zwischen die gekreuzten Spiegel des Polarisationsapparats, Fig. 8, Taf. 6, auf das Tischlein m legt, so scheint sie je nach ihrer Dicke verschieden gefärbt.

Diese Farbe ändert sich nun, wenn man den Zerlegungsspiegel CD dreht, aber in ganz anderer Weise als es bei dünnen Gipsblättchen geschieht; sie durchläuft eine Reihe von Nuancen, in denen bald roth, gelb, grün, blau oder violett vorherrscht. Es rührt dies daher, daß durch die Quarzplatte die Schwingungsebene der von unten kommenden Strahlen gedreht wird (Circularpolarisation).

Auch bei Flüssigkeiten wird die Erscheinung der Circularpolarisation beobachtet, so z. B. im Terpentinöl (linksdrehend), in Zuckerlösungen (rechtsdrehend) u. s. w., und dadurch hat die Circularpolarisation auch eine praktische Bedeutung gewonnen, weil sie zur Ermittelung des Concentrationsgrades zuckerhaltiger Lösungen angewandt wird. Fig. 10, Taf. 6, stellt das zu diesem Zweck von Soleil construirte Saccharometer dar; m ist eine 20 Centimeter lange, an beiden Enden mit Glasplatten verschlossene Röhre, welche zur Aufnahme der zuckerhaltigen Flüssigkeit bestimmt ist. Sie liegt zwischen zwei polarisirenden Kalkspatprismen, welche die Stelle der beiden Polarisationsspiegel im Apparat Fig. 8 vertreten; bei e sind zwei senkrecht zur Axe geschliffene keilförmige Platten von Bergkrystall angebracht, von denen die eine rechts-, die andere linksdrehend ist, durch deren gegenseitige Verschiebung man die rechtsdrehende Wirkung der Zuckerlösung compensiren kann. Mit dem Zuckergehalt der Lösung wächst natürlich auch die Größe der Drehung der Polarisationsebene.

D. Wärmelehre.

(Tafel 6, Figur 11 — 39, Tafel 7, Figur 1 — 22.)

I. Ausdehnung.

Die Wärme hat die Eigenschaft, alle Körper auszudehnen, und zwar am stärksten die gasförmigen, am schwächsten die festen.

Um die geringe Längenausdehnung fester Körper sichtbar zu machen, wendet man Hebelpyrometer, Fig. 11, Taf. 6, an. Der Stab t, dessen Ausdehnung gemessen werden soll, stößt mit seinem einen Ende bei r gegen eine feste Widerlage, mit seinem andern Ende gegen den kürzern Arm eines Winkelhebels an, dessen längerer Arm l auf eine Scala bei s zeigt. Wenn die Stange t erwärmt wird, so geht das Ende des langen Hebelarms in die Höhe.

Genaue Messungen haben ergeben, daß für eine Temperaturerhöhung von 0 bis 100° (von der Temperatur des schmelzenden Schnees bis zu der des siedenden Wassers) sich ausdehnen:

ein Glasstab um $^1/_{1240}$ ein Kupferstab um $^1/_{564}$
ein Eisenstab um $^1/_{819}$ ein Zinkstab um $^1/_{340}$

ihrer ursprünglichen Länge.

Die körperliche, kubische Ausdehnung der festen Körper ist drei mal so groß als ihre lineare Ausdehnung, wie durch Anschauung der Fig. 12 erläutert wird. Bei einer Temperatur-Erhöhung von 0 bis 100° wird sich also

ein Glasgefäß um $^3/_{1240}$
ein Kupfergefäß um $^3/_{564}$

seines ursprünglichen Inhalts ausdehnen.

Ein durch eine Metallstange gebildetes Pendel wird bei heißem Wetter länger sein als bei kaltem; bei heißem Wetter wird es also etwas langsamer oscilliren. Diesem Uebelstand wird durch die Compensationspendel (Rostpendel) abgeholfen, deren Construction sich auf die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle gründet. Fig. 14 stellt ein aus Eisen- und Zinkstäben construirtes Rostpendel dar. Durch die Ausdehnung der beiden Eisenstäbe R und des mittlern Eisenstabes S wird die Linse des Pendels gesenkt, durch die Ausdehnung der beiden Zinkstäbe T wird sie aber um ebenso viel gehoben.

Fig. 13 stellt einen Streifen dar, welcher aus zwei verschiedenen Metallen (etwa Eisen und Zink) zusammengesetzt ist. Wenn die beiden Streifen bei mittlerer Temperatur zusammengenietet eine gerade Linie bilden, so werden sie sich bei höherer Temperatur so krümmen müssen, daß das stärker sich ausdehnende Metall das äußere wird; bei niedrigern Temperaturen nimmt der zusammengesetzte Streifen eine entgegengesetzte Krümmung an.

Fig. 15 stellt Breguet's Metallthermometer dar. Drei Metallstreifchen, Silber, Gold und Platin, sind so aufeinandergelöthet, daß sich das Gold in der Mitte zwischen dem stärker ausdehnbaren Silber und dem weniger ausdehnbaren Platin befindet. Die zusammengelötheten Metallstreifen sind zu einem sehr dünnen Bande ausgewalzt. Nachdem dieses Band spiralförmig aufgewunden worden ist, wird das eine Ende desselben bei A befestigt und an dem untern Ende der Spirale eine leichte Nadel angehängt. Jede Temperaturveränderung bewirkt, daß sich das Spiralband mehr auf- oder mehr zuwindet, wobei sich die Spitze der Nadel über die empirisch ausgeführte Gradtheilung hinbewegt.

Die Flüssigkeiten dehnen sich schon weit stärker aus als die festen Körper. Um die Ausdehnung einer Flüssigkeit zu messen, wendet man Gefäße von der Form Fig. 16 oder 17 an. Dieselben werden erst leer auf einer Wage tarirt; dann bei 0° mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt (Fig. 17 bis zur Marke a) und das Gewicht der bei 0° im Gefäß enthaltenen Flüssigkeit bestimmt. Wird jetzt das Gefäß bis 100° erwärmt, so tritt ein Theil der Flüssigkeit aus, und man hat nun zu bestimmen, wie viel die bei 100° das Gefäß füllende Flüssigkeit wiegt. Aus diesen beiden Wägungen ergibt sich alsdann die scheinbare Ausdehnung der Flüssigkeit.

Die wahre Ausdehnung der Flüssigkeit würde man durch diesen Versuch erhalten haben, wenn sich die Gefäße nicht auch ausgedehnt hätten. Man erhält die wahre Ausdehnung der Flüssigkeit, wenn man zu der scheinbaren Ausdehnung noch die Ausdehnung des Gefäßes hinzuaddirt. So ergibt sich z. B. für eine Temperaturerhöhung von 0 bis 100° die Ausdehnung

des Quecksilbers $^1/_{55}$ des Alkohols $^1/_{10}$
des Wassers $^1/_{23}$ des Aethers $^1/_{7}$.

Die Ausdehnung der Flüssigkeiten benutzt man zur Construction der Thermometer. Es sind dies enge Glasröhren, an welche ein kugel- oder cylinderförmiges Gefäß angeblasen ist. Das Gefäß und ein Theil der Röhre, Fig. 18, ist mit der Flüssigkeit (meist Quecksilber, manchmal auch gefärbter Weingeist) gefüllt; oben ist die Röhre zugeschmolzen. Um das Thermometer zu graduiren, wird das Gefäß zunächst in schmelzenden Schnee gebracht, Fig. 19, und der Punkt der Röhre markirt, bei welchem der Gipfel der Quecksilbersäule sich feststellt (der Gefrierpunkt); alsdann bringt man das Thermometer in ein Gefäß, auf dessen Boden Wasser ins Kochen gebracht wird, Fig. 20 oder 21, sodaß die Kugel und ein Theil der Röhre von den Dämpfen des kochenden Wassers umgeben sind. Das Quecksilber steigt nun in der Röhre bis zu einem bestimmten Punkt (dem Siedepunkt). Der Zwischenraum zwischen diesen beiden festen Punkten wird nun bei dem Celsius'schen Thermometer in 100, bei dem Réaumur'schen in 80 gleiche Theile getheilt. Bei beiden wird der Gefrierpunkt mit 0 bezeichnet, während der Siedepunkt bei ersterm mit 100, beim letzterm mit 80 bezeichnet ist. Beim Fahrenheit'schen Thermometer ist ein künstlicher Nullpunkt gewählt, nämlich die Temperatur, auf welche ein Gemenge von Schnee und Salmiak sinkt. Den Siedepunkt hat das Fahrenheit'sche Thermometer mit den übrigen gemein. Der Zwischenraum zwischen dem Fahrenheit'schen Nullpunkt (—17$^1/_9$ Celsius) und dem Siedepunkt ist in 212 gleiche Theile getheilt, sodaß unser Nullpunkt mit 32° der Fahrenheit'schen Scala zusammenfällt.

In Fig. 22 ist die Réaumur'sche Scala mit der Celsius'schen und der Fahrenheit'schen zusammengestellt.

Sehr merkwürdig ist die ungleichförmige Ausdehnung des Wassers. Wenn man ein Wasserthermometer in großem Maßstab herstellt und den Punkt markirt hat, bei welchem sich die Wassersäule feststellt, wenn das Gefäß mit schmelzendem Schnee umgeben ist, so findet man, daß das Thermometer steigt, wenn man es vorsichtig noch weiter erkaltet, daß es aber sinkt, wenn man es erwärmt. Es sinkt bis die Temperatur auf 6° gestiegen ist, wie man aus Fig. 23 ersieht, welche die genaue Copie der Scala eines Wasserthermometers zeigt. Wenn man die Ausdehnung des Glasgefäßes mit in Rechnung bringt, so ergibt sich, daß das Wasser bei 4° C. die größte Dichtigkeit (Dichtigkeitsmaximum) hat, daß also Wasser von 4° sich ausdehnt, mag man es nun erwärmen oder erkalten.

Beim Gefrieren dehnt sich das Wasser nochmals aus, sodaß das specifische Gewicht des Eises nur $^9/_{10}$ von dem des Wassers ist, weshalb denn das Eis auch auf Wasser, selbst auf kochendem Wasser schwimmt.

Die Gewalt, mit welcher sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt, ist so groß, daß es die stärksten Gefäße, selbst eiserne Bomben sprengen kann, wie durch Fig. 24 und 25 erläutert wird.

Weit stärker noch als die flüssigen Körper dehnen sich die gasförmigen aus, und zwar ist die Ausdehnung für alle Gase gleich groß, sie beträgt $^{365}/_{1000}$ für eine Temperaturerhöhung von 100°.

II. Schmelzen und Erstarren.

Durch gesteigerte Erwärmung kann man die meisten festen Körper schmelzen, wenn sie nicht schon vorher eine chemische Zersetzung erleiden. Die Temperatur, bei welcher ein fester Körper schmilzt, ist für den gleichen Stoff stets derselbe. So ist z. B. der Schmelzpunkt für

Eisen	1600° C.	Wachs	68° C.
Blei	334	Eis	0
Schwefel	109	Quecksilber	—40.

Wenn ein fester Körper schmilzt, so wird eine mehr oder minder große Menge Wärme gebunden, d. h. er nimmt eine große Menge Wärme auf, welche lediglich zur Schmelzung gebraucht wird, ohne die mindeste Temperaturerhöhung zu bewirken. So bedarf es einer großen Wärmemenge um Schnee von 0° in Wasser von 0° zu verwandeln. In einen kleinen Holzkübel, Fig. 26, fülle man 2 Pfund Schnee von 0° und schütte darauf 2 Pfund Wasser von 79°, so wird bei gehörigem Umrühren alsbald aller Schnee geschmolzen sein, und man hat nun 4 Pfund Wasser von 0°. Alle Wärme also, welche die 2 Pfund Wasser abgaben, während sie von 79° auf 0° erkalteten, hat lediglich dazu gedient, 2 Pfund Schnee zu schmelzen.

In ähnlicher Weise wird Wärme bei der Schmelzung jedes festen Körpers gebunden.

Wenn einem festen Körper beim Uebergang in den flüssigen Zustand nicht genug Wärme von außen zugeführt wird, so muß seine Temperatur sinken. Jede rasche Auflösung eines Salzes im Wasser ist von einer Temperaturerniedrigung begleitet. Darauf beruht der Eisapparat, Fig. 27. Die einzelnen Blechröhren des Gefäßes, welches in Fig. 28 im Durchschnitt dargestellt ist, werden mit Wasser gefüllt und nachdem der Deckel aufgeschraubt ist, in den Holzkübel eingesetzt, wie Fig. 27 zeigt. In diesen Kübel werden nun zunächst 5 bis 6 Pfund salpetersaures Ammoniak eingefüllt und darauf dann ebenso viel Wasser gegossen. Nachdem nun auch der Kübel durch einen Deckel geschlossen ist, wird durch rasche Umdrehung des Röhrengefäßes die Auflösung des Salzes beschleunigt. Wenn man die Umdrehung ungefähr 5 Minuten fortgesetzt hat, ist die Temperatur der Salzlösung auf 10° unter Null gesunken und das Wasser in den Röhren gefroren.

Eine sehr große Temperaturerniedrigung wird auch durch andere Kältemischungen erzeugt, so namentlich durch Mengung von Schnee oder gestoßenem Eis mit Kochsalz.

Die beim Schmelzen gebundene Wärme muß beim Erstarren eines flüssigen Körpers wieder frei werden. Beim Wasser läßt sich dies mit Hülfe des Apparates Fig. 29, zeigen. Das Gefäß eines Thermometers ist von einem zweiten Gefäß umgeben, in welchem sich etwas Wasser, und über demselben ein luftleerer Raum befindet. Taucht man dies Gefäß in eine Kältemischung, so bleibt das Wasser flüssig, bis es auf 10 oder 12° unter Null erkaltet ist, dann erstarrt die ganze Masse auf einmal und das Thermometer steigt auf 0°.

Einen ähnlichen Versuch kann man mit unterschwefligsaurem Natron machen, welches man in einem Glaskölbchen, Fig. 30, schmilzt und dann, nachdem man ein Thermometer hineingesetzt hat, ruhig stehen läßt. Die geschmolzene Masse erkaltet bis zur Temperatur der Umgebung, also weit unter ihren Schmelzpunkt (56° C.), ohne zu erstarren; wenn man aber dann ein kleines Krystallstückchen hineinwirft, so beginnt eine massenhafte Krystallbildung, während das Thermometer um mehr als 20° steigt.

III. Dampfbildung.

Durch Zuführung von Wärme können tropfbar-flüssige Körper in Gasform übergeführt werden. Solche in Gasform übergeführte Flüssigkeiten nennt man Dämpfe. Daß sich Dämpfe im leeren Raume bilden, läßt sich mit Hülfe des Apparats, Fig. 31, nachweisen. In einem gemeinschaftlichen Gefäß stehen drei Torricelli'sche Röhren. Das Rohr b auf der linken Seite bleibt unverändert ein vollständiges Barometer, während man in den leeren Raum des Barometers b' einige Tropfen Wasser aufsteigen läßt. Alsbald wird der Stand der Quecksilbersäule bis zur Höhe t niedergedrückt, weil sich nun im Vacuum des Barometers b' Dämpfe bilden. Noch auffallender wird diese Depression (bis t'), wenn man in dem dritten Barometer b'' einige Tropfen Aether aufsteigen läßt, dessen Dämpfe bei gleicher Temperatur eine weit bedeutendere Spannkraft haben.

Am besten lassen sich die wichtigsten Gesetze der Dampfbildung an einem Dampfkessel, etwa an einem Papinianischen Topfe, Fig. 32, erläutern. In dem geschraubten Deckel befinden sich drei Oeffnungen. In der einen ist ein Sicherheitsventil angebracht, dessen Belastung durch Verschiebung des Gewichts q regulirt wird; in die zweite Oeffnung ist ein in den Kessel hineinragendes Röhrchen a von Eisenblech eingeschraubt, welches zum Theil mit Quecksilber angefüllt ist. In das Quecksilber eingesetztes Thermometer zeigt die Temperatur des im Kessel enthaltenen Wassers oder Dampfes. Auf der dritten Oeffnung endlich sitzt ein kurzes Rohr, welches durch einen Hahn verschlossen werden, und auf welches man verschiedene Ausmündungsöffnungen aufschrauben kann.

Der Kessel wird ungefähr bis zu $^2/_3$ seiner Höhe mit Wasser gefüllt und dann auf ein genügend starkes Feuer gebracht. Wenn nun der Hahn offen ist, so steigt alsbald die Temperatur des Wassers bis zum Siedepunkt, d. h. bis 100°. Das Wasser kocht. Wird dies Kochen noch so lange fortgesetzt werden, so bleibt das in a eingesetzte Thermometer doch nicht über 100°. Alle dem Wasser zugeführte Wärme entweicht mit den aus der Oeffnung bei b ausströmenden Dämpfen.

ausströmenden Dämpfe nehmen auch alsbald alle Luft aus dem obern Theil des Kessels mit fort.

Sobald aber nun durch Schließung des Hahns dem Abströmen des Dampfes ein Ende gemacht wird, beginnt das Thermometer in a zu steigen; in dem obern Theile des Kessels bilden sich mehr und mehr Dämpfe, ihre Spannkraft, d. h. der Druck, den sie gegen die Gefäßwände ausüben, wächst, bis sie endlich im Stande sind, das Ventil zu heben und aus demselben auszuströmen.

Wird das Feuer entfernt, so sinkt allmählich die Temperatur des Wassers und die Spannkraft der Dämpfe nimmt ab; bei 100° ist die Spannkraft der Dämpfe wieder gleich dem Druck der äußern Atmosphäre. Sinkt die Temperatur noch mehr, so sinkt der Dampfdruck im Innern des Kessels unter den Druck der Atmosphäre.

Sehr schön läßt sich dies auch mit dem Apparat Fig. 33 zeigen. Durch den Kork, welcher den Ballon verschließt, gehen zwei Glasröhren, die eine c geht fast bis auf den Boden von a, die andere b mündet dicht unter dem Kork. Bringt man das Wasser in a ins Kochen, während c oben verstopft ist, so entweichen die Dämpfe mit der Luft durch b. Taucht man nun das untere Ende von b in Wasser und entfernt man die Flamme, welche unter a war, so werden die Dämpfe in a condensirt, und das Wasser steigt durch die Röhre in den Ballon. Ist dieser etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, so verstopft man b, öffnet c und bringt wieder die Weingeistflamme unter a an; die nun in a entwickelten Dämpfe pressen auf das Wasser im Ballon und heben es in die Röhre c, sodaß es oben aus derselben ausfließt.

Die Spannkraft des Wasserdampfs, welche einer gewissen Temperatur entspricht, läßt sich mit Hülfe des Manometers r r, Fig. 34, bestimmen, welches mit dem Kessel C in Verbindung steht, oder auch durch ein Barometer von der Form der Fig. 35 (auf Taf. 6 Physik mit 53 bezeichnet) welche einem Barometer gleicht, in dessen zugeschmolzenem Gefäß sich über dem Quecksilber nur noch Wasser befindet. Sobald das Gefäß erwärmt wird, bilden sich Wasserdämpfe in demselben, welche eine Quecksilbersäule im längern Rohre heben, aus dessen Höhe man auf die Spannkraft der Dämpfe schließen kann.

Zur Messung der Spannkraft für Temperaturen, die unter der des Siedepunkts liegen, wendet man das Luftthermometer von der Form Fig. 31 an.

Die Spannkraft des Wasserdampfs ist

1 Atmosphäre bei	50° C.	2 Atmosphären bei	121° C.
„ „	65	4 „ „	145
„ „	81	8 „ „	173
„ „	100	16 „ „	204.

Unter den wichtigsten Anwendungen der Spannkraft der Dämpfe gehört jedenfalls die Dampfmaschine, deren Betrachtung der Maschinenlehre zufällt.

In einem gegebenen Raum kann sich bei gegebener Temperatur nur eine bestimmte Menge Dampf bilden, wie Dampfmenge bildet sich in einem leeren Raum augenblicklich, wenn eine hinreichende Menge Wasser vorhanden ist. So können z. B. bei einer Temperatur von 100° C. in einem Raum von 1 Kubikdecimeter gerade 600 Milligrammen und nicht mehr Dampf enthalten sein. Wenn die möglichst große Menge Dampf in einem Raume enthalten ist, so sagt man, der Dampf gesättigt. Fig. 36 stellt einen Cylinder von 1 Quadratdecimeter Querschnitt dar, in welchem ein Kolben luftdicht auf- und abgeschoben werden kann. Unten steht dieser Cylinder durch ein Rohr mit einem Dampfkessel in Verbindung, welche durch den Hahn h unterbrochen werden kann. Der Dampfkessel sei auf 100° C. erwärmt, und auch der Cylinder befinde sich seiner ganzen Länge nach in einer Umgebung von 100°. Zu Anfang stehe der Kolben auf dem Boden auf und werde dann 1 Decimeter hoch in die Höhe gezogen, so befindet sich nun unter dem Kolben ein Raum von 1 Kubikdecimeter, in welchem sich 600 Milligrammen gesättigter Wasserdämpfe verbreiten.

Wird jetzt der Hahn h geschlossen und dann der Kolben soweit in die Höhe gezogen, daß unter ihm ein freier Raum von 2, 3 bis 6 Kubikdecimetern entsteht, so verbreiten sich die 600 Milligrammen Dampf auch in den größern Raum, welcher 1200, 1800 .... 3600 Milligramm Dampf aufnehmen könnte, jetzt ist also der Dampf nicht mehr gesättigt, er verhält sich wie atmosphärische Luft. Man kann ihn wieder bis auf 1 Kubikdecimeter zusammendrücken, ehe er gesättigt ist.

Wenn aber der gesättigte Wasserdampf noch weiter comprimirt wird, so kann die ganze Dampfmenge nicht mehr gasförmig bleiben, bei unveränderter Spannkraft wird dabei um so mehr Dampf zu flüssigem Wasser verdichtet, je weiter man den Kolben niederdrückt.

Mit Wasserdampf läßt sich dies nicht wohl sichtbar machen, wohl aber mit schwefliger Säure, welche unter mittlerm Luftdruck und bei mittlerer Temperatur gasförmig ist. Die gesättigte schweflige Säure übt bei 16° C. einen Druck von 4 Atmosphären aus, unter dem Druck von 1 Atmosphäre kann sie also bei dieser Temperatur nicht gesättigt sein. In einem eisernen, mit Quecksilber gefüllten Gefäße C, Fig. 37, sind mehrere Glasröhrchen eingesetzt, von denen das eine mit atmosphärischer Luft, ein zweites mit schwefliger Säure, ein drittes mit Cyangas u. s. w. gefüllt ist. Das Gefäß C wird nun sammt seinen Glasröhren in einen starken Glascylinder A eingesetzt, auf dessen obere Fassung eine Druckpumpe aufgeschraubt werden kann. Wenn A ganz mit Wasser gefüllt ist und mittels der Druckpumpe noch mehr Wasser eingepreßt wird, so werden auch die Gase in den Glasröhren comprimirt, welche sich anfangs ganz so verhalten wie die Luft. Sind aber alle Gase auf $^1/_6$ ihres ursprünglichen Volumens, so wird nun zunächst bei fortgesetztem Einpressen von Wasser die schweflige Säure zur Flüssigkeit verdichtet, während die Condensation des Cyangases ungefähr bei einem Druck von 7 Atmosphären erfolgt.

Bei 0° ist die Spannkraft der gesättigten Kohlensäure ungefähr gleich 39 Atmosphären. Die unter dem Druck der Atmosphäre stehende Kohlensäure muß man also bei 0° auf $^1/_{39}$ ihres Volumens comprimiren, ehe sie in flüssigen Zustand übergeht. — Um Kohlensäure in größern Quantitäten flüssig zu machen, dient der Natterer'sche Apparat, Fig. 38. Mittels einer Vorrichtung, welche dem Laderohr der Windbüchse ähnlich ist, deren Kolbenstange aber durch Kurbel und Schwungrad in Bewegung gesetzt wird, wird in den Recipienten r die Kohlensäure eingepreßt. An dem untern Ende des Laderohrs bei s wird ein Kautschukschlauch angesetzt, welcher zu dem Kohlensäure-Entwickelungsapparat, Fig. 39, führt. Wenn der Kolben im Laderohr seine tiefste Stellung hat, so gelangt die Kohlensäure von dem Apparat, Fig. 39, durch den Kautschukschlauch in das Laderohr, beim Aufgang des Kolbens aber wird alle in das Laderohr eingedrungene Kohlensäure in den Recipienten r gepreßt.

Die Einrichtung des Recipienten ist aus Fig. 40 zu ersehen. Unten ist ein Ventil angebracht, welches dem Gase zwar den Eintritt, aber nicht den Austritt gestattet. Oben ist der Recipient mit einem Ausströmungsröhrchen n versehen, welches durch Drehen der Schraube t geöffnet oder geschlossen werden kann. Wäh-

rend des Einpumpens ist der Recipient r mit einem Gefäße umgeben, welches eine Kältemischung enthält.

Der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist die Temperatur, bei welcher sich bei hinlänglicher Wärmezufuhr Dampfblasen im Innern der Flüssigkeit bilden, welche dann aufsteigen und an der Oberfläche der Flüssigkeit entweichen. Die Siedetemperatur hängt vom Druck ab, welcher auf der Oberfläche der Flüssigkeit lastet. Der normale Siedepunkt ist die Temperatur, bei welcher das Kochen stattfindet, wenn der auf der Flüssigkeit lastende Druck gleich ist dem mittlern Atmosphärendruck (Barometerstand 28 Zoll oder 760^{mm}). Mit vermindertem Druck wird der Siedepunkt erniedrigt. Stellt man ein Glas mit Wasser von 60 bis 70° unter den Recipienten der Luftpumpe, so kommt es nach einigen Kolbenzügen ins Kochen. Wenn man in einem Glaskolben Wasser so lange im Kochen erhält, daß alle Luft ausgetrieben ist, und dann, nachdem die Oeffnung mit einem gutschließenden Kork geschlossen worden ist, das Gefäß umkehrt, wie Fig. 41 zeigt, und die verkorkte Mündung unter Wasser bringt, so befindet sich über dem Wasser im Ballon ein luftleerer, nur mit Dämpfen gefüllter Raum. Kühlt man diese Dämpfe durch Aufgießen von kaltem Wasser ab, so kommt die noch warme Flüssigkeit sogleich wieder ins Kochen. Daß durch vermehrten Druck der Siedepunkt erhöht wird, kann man mit Hülfe des Papinianischen Topfes, Fig. 32, zeigen.

Regnault benutzt das Sieden des Wassers unter einem bestimmten, nach Willkür veränderlichen Druck, um die Spannkraft der Dämpfe zu messen. Fig. 32, Taf. 7, stellt den dazu verwendeten Apparat dar. Der kleine Dampfkessel A, in dessen Deckel mehrere Thermometer eingelassen sind, steht durch die (mittels Wasser kalt gehaltene) Röhre CB in Verbindung mit dem in kaltem Wasser stehenden Ballon G. In dem Ballon G wird nun die Luft mittels einer bei J angeschraubten Compressionspumpe beliebig comprimirt und der entsprechende Druck an dem Manometer N abgelesen.

Während nun der Druck in G, also auch der Druck, welcher auf der Flüssigkeit in A lastet, ungeändert bleibt, wird das Wasser in A durch Feuer in O erwärmt. Die Thermometer in A steigen, bis das Wasser in A ins Sieden kommt, dann bleibt ihre Stellung constant, und man erhält so die Temperatur, welche der am Manometer abgelesenen Spannkraft entspricht.

Den normalen Siedepunkt einer Flüssigkeit kann man mit Hülfe des Apparats Fig. 21, Taf. 6, oder des Apparats Fig. 42, Taf. 6, bestimmen.

Wenn man Wasser in eine Platinschale, Fig. 43, Taf. 6, tröpfelt, welche durch eine untergesetzte Weingeistflamme glühend gemacht ist, so kommt das Wasser nicht ins Kochen, weil sich zwischen dem heißen Metall und dem Wasser eine Dampfschicht bildet, welche den Uebergang der Wärme hindert. Die Wassermasse nimmt unter fortwährend zitternder Bewegung die sternförmige Gestalt Fig. 44 an (Leidenfrost'sche Tropfen).

Eine ähnliche Erscheinung tritt ein, wenn man ein Gemisch von fester Kohlensäure und Aether in einen glühenden Platintiegel, Fig. 45, bringt. Die Masse bleibt so kalt, daß, wenn man einen kleinern Platintiegel mit Quecksilber in dieselbe eintaucht, das Quecksilber nach kurzer Zeit gefriert.

Beim Uebergang einer Flüssigkeit in Dampfform wird stets eine gewisse Wärmemenge gebunden; so muß man z. B. einem Pfund Wasser von 100° eine gewisse Wärmemenge zuführen, um dasselbe in Dampf von 100° zu verwandeln. Umgekehrt wird eine entsprechende Wärmemenge frei, wenn eine bestimmte Dampfmenge zur Flüssigkeit condensirt wird.

Diese Processe der Wärmebindung durch Verdampfung und des Freiwerdens der Wärme durch Condensation von Dämpfen finden in jedem Destillirapparat statt. In der Retorte a, Fig. 46, wird z. B. die Flüssigkeit verdampft, während die gebildeten Dämpfe in der stets kühl gehaltenen Vorlage b wieder condensirt werden. In a wird Wärme gebunden, in b wird Wärme frei. Fig. 47 stellt eine andere Form des Destillirapparats dar. Die in A gebildeten Dämpfe werden durch ein langes Glasrohr geleitet, welches von einem weitern, stets von kaltem Wasser durchströmten, umgeben ist. Fig. 48 endlich stellt einen größern Destillirapparat dar. Die im Kessel B entwickelten Dämpfe werden durch den Helm AC in das Schlangenrohr D geleitet, aus welchem unten bei O die condensirte Flüssigkeit abfließt. Das Schlangenrohr D befindet sich in einem mit kaltem Wasser gefüllten Bottich. Durch die im Schlangenrohr frei werdende Wärme wird das Kühlwasser erwärmt.

Kennt man die Quantität und die Temperaturerhöhung des Kühlwassers und die Quantität der im Schlangenrohr condensirten Flüssigkeit, so kann man daraus die latente Wärme der Dämpfe berechnen. Um die zur Berechnung der latenten Wärme der Dämpfe nöthigen Data mit möglichster Genauigkeit zu erhalten, hat Regnault dem Condensationsapparat die Gestalt Fig. 49 gegeben. Die Dämpfe treten von der rechten Seite her zuerst in die Kugel A, aus dieser in B und aus B in das bei a mündende Schlangenrohr. Die condensirte Flüssigkeit wird durch den Hahn q abgelassen.

Wenn eine rasche Verdampfung stattfindet, ohne daß die dazu nöthige Wärmemenge schnell genug von außen zugeführt wird, muß eine Erkaltung stattfinden. Umwickelt man z. B. die Kugel eines Thermometers mit Baumwolle, die man mit Aether tränkt, so sinkt das Thermometer unter den Gefrierpunkt, wenn man durch kräftiges Schwenken eine rasche Verdampfung bewirkt.

In ein ganz dünnwandiges Schälchen von Kupfer gieße man etwas Schwefeläther und setze es auf ein Holzbretchen, Fig. 50, auf welches man etwas Wasser gegossen hat, sodaß das Kupferschälchen unten von einer Wasserschicht umgeben ist. Wenn man nun durch vorsichtiges Blasen mit einem Blasebalg den Aether rasch verdampfen macht, so gefriert das Wasser.

In Wollaston's Kryophor, Fig. 51, gefriert das Wasser durch seine eigene Verdunstung. Der aus zwei, durch eine weite Glasröhre verbundenen Glaskugeln bestehende Apparat ist durch Auskochen luftleer gemacht, sodaß er außer etwas Wasser nur noch Wasserdämpfe enthält. Bringt man nun die Kugel A in eine Kältemischung, so werden hier die Dämpfe condensirt, und infolge davon findet in B eine so rasche Verdampfung statt, daß daß Wasser gefriert.

Unter die Glocke der Luftpumpe, Fig. 1, Taf. 7, setzt man ein breites Gefäß mit concentrirter Schwefelsäure, welches mittels dünner Drähte ein flaches, innen berußtes, einige Wassertropfen enthaltendes Schälchen von Korkholz trägt. Wenn man nun rasch möglichst weit evacuirt und dann die Verbindung des Recipienten mit dem Stiefel der Luftpumpe unterbricht, so ist das Wasser nach einigen Minuten gefroren, weil die Schwefelsäure die Wasserdämpfe stark absorbirt und dadurch eine schnelle Verdampfung des Wassers in A bewirkt.

Je niedriger der Siedepunkt einer Flüssigkeit liegt, desto rascher verdampft sie, eine desto stärkere Erkaltung wird also durch ihre Verdampfung hervorgebracht.

Der Siedepunkt der flüssigen Kohlensäure liegt ungefähr 80° C. unter Null. Kehrt man nun den mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Recipienten Fig 40, Taf. 6, um, sodaß die Partie gtn unten ist, öffnet man dann durch Drehen der Schraube t das Ausströmungsröhrchen n, so ver-

kommt ein Theil der hier ausströmenden flüssigen Kohlensäure so rasch, daß die dadurch hervorgebrachte Kälte hinreicht, um den Rest der ausgeströmten Kohlensäure in einen festen Körper zu verwandeln; um die festgewordene Kohlensäure, die eine schneeartige Form annimmt, zu sammeln, wendet man den Apparat Fig. 2 und 3, Taf. 7, an. Zwei kurze Cylinder von Messingblech, AB und CD, welche auf der einen Seite durch einen gelöthten Boden geschlossen sind, werden so zusammengesetzt, daß sie einen geschlossenen Raum bilden. Das Strömungsrohr n, Fig. 40, Taf. 6, wird in die Hülse d gesteckt, sodaß durch d die Kohlensäure in das Innere des Apparats einströmt. Die Handgriffe des Apparats sind hohl, sodaß die verdampfende Kohlensäure durch die Löcher im Boden und die Höhlung der Handgriffe entweichen kann. Oeffnet man den Apparat, nachdem das Ausströmen durch d eine genügende Zeit gedauert hat, so findet man ihn mit einer schneeartigen Masse, der festen Kohlensäure, gefüllt.

IV. Specifische Wärme.

Um in gleichen Gewichtsmengen verschiedener Substanzen gleiche Temperaturerhöhung hervorzubringen, bedarf man verschiedener Wärmemengen. Um z. B. 1 Pfund Eisen um 1° C. zu erwärmen, bedarf man nur $^1/_{10}$ der Wärmemenge, welche zu einer gleichen Temperaturerhöhung von 1 Pfund Wasser nöthig ist.

Um die Ungleichheit der specifischen Wärme verschiedener Substanzen anschaulich zu machen, lege man eine Kugel von Kupfer und eine gleichschwere Kugel von Blei, welche beide in kochendem Wasser auf 100° C. erwärmt worden sind, auf eine entsprechend dicke Scheibe von Wachs, Fig. 52, Taf. 6. Die Kupferkugel wird in kurzer Zeit die Wachsplatte durchgeschmolzen haben und herabfallen, während die Bleikugel durch die von ihr abgegebene Wärme die Wachsplatte nicht ganz durchzuschmelzen vermag.

Nimmt man die Wärmemenge zur Einheit, welche nöthig ist, um 1 Gramm Wasser um 1° zu erhöhen, so *ist die specifische* Wärme irgendeines Stoffs die *nach jener Einheit* gemessene Wärmemenge, welche *erforderlich* ist, um 1 Gramm der Substanz gleichfalls um 1° zu erwärmen. In diesem Sinne ist $^{114}/_{1000}$ die specifische Wärme des Eisens und $^{203}/_{1000}$ die des Schwefels.

Um die specifische Wärme verschiedener Stoffe zu bestimmen, kann man verschiedene Methoden anwenden. Die Methode des Eisschmelzens läßt sich am einfachsten in folgender Weise ausführen. In einem Local, dessen Temperatur etwas unter 0° ist, höhle man einen Eisblock, Fig. 53, Taf. 6, etwas aus, werfe ein gewogenes, auf eine bestimmte Temperatur erwärmtes Stück der zu prüfenden Substanz (z. B. 1 Pfund Eisen, welches auf 100° erwärmt ist) hinein und decke die Höhlung mit einem Eisdeckel zu. Aus der Menge des Eises, welches der eingeworfene Körper zu schmelzen vermag, kann man auf seine specifische Wärme schließen.

Die Methode der Mengung führt Regnault in folgender Weise aus. Der zu untersuchende Stoff wird in Form kleiner Stückchen in ein Körbchen von feinem Draht gebracht und mit diesem in einem Raum A, Fig. 4, Taf. 7, aufgehängt, der ringsum von Dämpfen kochenden Wassers umgeben ist, welche bei a ein- und bei c austreten. Ist der in A aufgehängte Körper auf 100° erwärmt, so wird er herabgelassen und in das Kühlwasser des Gefäßes D gebracht, welches dann sogleich unter dem Erwärmungsapparat hervorgezogen wird. Aus der Temperaturerhöhung, welche das Kühlwasser in D durch die Abkühlung der hineingesenkten Substanz erleidet, kann man auf die specifische Wärme der letztern schließen. Fig. 5 ist eine äußere Ansicht des eben besprochenen Regnault'schen Apparats.

Kopp führt die Mengungsmethode in anderer Form aus. Eine gewogene Menge der zu behandelnden Substanz wird in Form kleiner Stückchen in ein Glasröhrchen, Fig. 6, Taf. 7, gebracht und dann eine Flüssigkeit von bekannter specifischer Wärme, etwa Steinöl daraufgegossen. Nachdem auch das Gewicht dieser Flüssigkeit ermittelt ist, wird die Röhre sammt ihrem Inhalt in das Quecksilber des Gefäßes B eingetaucht, welches durch ein Oelbad auf einer constanten Temperatur von 50 bis 60° erhalten wird. Hat die Röhre sammt Inhalt diese Temperatur angenommen, so wird sie rasch in das Wasser des Calorimeters D, Fig. 7, eingetaucht und die Temperaturerhöhung beobachtet, welche durch die Abkühlung in der gewogenen Wassermasse des Calorimeters D hervorgebracht wird.

Das wichtigste Resultat der Untersuchungen über specifische Wärme ist das von Dulong und Petit aufgestellte Gesetz, daß für chemisch einfache Stoffe in fester Form, die specifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional ist.

Um die specifische Wärme der Gase zu untersuchen, wandte Regnault einen Apparat an, der zum Theil in Fig. 8, Taf. 7, dargestellt ist. In einem 30 Liter haltenden Ballon von starkem Kupferblech wird das zu untersuchende Gas stark comprimirt. Aus diesem Behälter strömt es nun durch die Röhren a und c in das Schlangenrohr des Erwärmungsapparats O. Dieses Schlangenrohr ist mit Oel umgeben, welches durch eine untergesetzte Weingeistlampe auf constanter Temperatur erhalten wird. Aus dem Schlangenrohr in O tritt das Gas mit einer am Thermometer T abzulesenden Temperatur in das Schlangenrohr des Calorimeters C, welches mit kaltem Wasser umgeben ist, dessen Temperatur allmählich durch die Abkühlung des durchstreichenden Gases erhöht wird.

Eine bei R angebrachte Vorrichtung macht es möglich, daß das Gas längere Zeit hindurch mit gleichförmigem, am Manometer M abzulesendem Druck durch den Apparat hindurchstreicht. Die Quantität des in einer bestimmten Zeit durch den Apparat streichenden Gases ergibt sich, wenn man die Spannkraft des im großen Ballon befindlichen Gases zu Anfang und zu Ende des Versuchs mißt, vorausgesetzt, daß man das Volumen des Ballons genau kennt.

Bei gleichem Druck ist die specifische Wärme gleicher Volumina für alle Gasarten dieselbe.

V. Wärmestrahlung.

Jeder heiße oder warme Körper sendet Wärmestrahlen aus, welche durch Luft und andere Körper in ähnlicher Weise hindurchgehen, wie die Lichtstrahlen durch durchsichtige Körper.

Die Wärmestrahlen, welche durch einen Körper hindurchgehen, erwärmen denselben nicht; erst wenn sie von einem Körper absorbirt, verschluckt werden, werden sie in fühlbare Wärme verwandelt. Dies läßt sich mit Hülfe zweier metallener Hohlspiegel, Fig. 9, Taf. 7, nachweisen, welche in einer Entfernung von 10—20 Fuß so aufgestellt sind, daß ihre Axen in eine gerade Linie zusammenfallen. Bringt man in den Brennpunkt des einen Spiegels eine weißglühende Eisenkugel, in den Brennpunkt des andern ein Stück Zunder, so geräth dieser in Brand. Dieser Versuch beweist zugleich, daß die Wärmestrahlen nach denselben Gesetzen reflectirt werden, wie die Lichtstrahlen.

Um genauere Versuche über strahlende Wärme zu machen, wandte man früher Leslie's Differentialthermometer, Fig. 10, an. Zwei Glaskugeln, welche nur verdünnte Luft enthalten, sind durch eine Glasröhre verbunden, deren Gestalt man aus der Figur ersieht. Ungefähr in der Mitte der Röhre befindet sich ein kleines Flüssigkeitssäulchen, welches bei Erwärmung der einen Kugel gegen die andere hingetrieben wird. Die Kugeln sind mit Kienruß überzogen, welcher die Wärmestrahlen stark absorbirt, sodaß schon eine geringe Wärmestrahlung, welche eine solche Kugel trifft, eine merkliche Erwärmung hervorbringt.

Noch empfindlicher und sicherer in seinen Angaben ist Melloni's Thermomultiplicator. Er besteht aus zwei Theilen, einer thermo-elektrischen Säule, Fig. 59, Taf. 6, welche erst in der Elektricitätslehre besprochen werden kann, und einem Multiplicator, dessen nähere Betrachtung bis zur Lehre vom Elektromagnetismus verschoben werden muß. Hier genügt die Bemerkung, daß der Multiplicator aus zwei an einem einfachen Seidenfaden aufgehängten Magnetnadeln besteht, deren untere von zahlreichen Windungen übersponnenen Kupferdrahts umgeben ist. Sobald ein schwacher elektrischer Strom durch die Drahtwindungen hindurchgeht, wird das Nadelpaar aus seiner Gleichgewichtslage abgelenkt.

Wie ein solcher Multiplicator mit dem Melloni'schen Apparat verbunden ist, sieht man in Fig. 11, Taf. 7, wo p die in eine Messinghülse gefaßte Thermosäule und M den Multiplicator darstellt. Von jedem Pole der Thermosäule geht ein Verbindungsdraht zu einem Ende der Multiplicatorwindungen. Die Thermosäule ist nun auf der einen Seite mit einer cylindrischen Hülse a, auf der andern mit einer konischen Hülse b versehen. Die Hülse, durch welche Wärmestrahlen auf die Thermosäule fallen sollen, ist offen, die andere ist durch einen Deckel geschlossen, wie b in unserer Figur.

Läßt man nun von der einen Seite her Wärmestrahlen auf die Thermosäule fallen, so entsteht ein elektrischer Strom, welcher eine mehr oder minder bedeutende Ablenkung der Magnetnadel im Multiplicator bewirkt.

Es wird nun der Thermosäule gegenüber ein Hohlwürfel H, Fig. 11, von Messingblech aufgestellt, welcher durch eine untergestellte Weingeistlampe kochend erhaltenes Wasser enthält. Die eine Seite dieses Würfels ist mit Ruß überzogen, eine zweite ist polirt. Beträgt die Ablenkung des Multiplicators 30°, wenn die berußte Seite der Thermosäule zugekehrt ist, so geht sie auf 4° zurück, wenn man die polirte Seite des Würfels der Thermosäule zukehrt. Die berußte Fläche hat also ein stärkeres Ausstrahlungsvermögen, als die polirte Metallfläche.

Die Fähigkeit verschiedener Substanzen, die Wärmestrahlen durchzulassen, ist sehr ungleich. Solche Körper, welche die Wärmestrahlen gut durchlassen, nennt man diatherman, durchwärmig, solche dagegen, welche die Wärmestrahlen nicht durchlassen, heißen atherman.

Fig. 12 stellt den Melloni'schen Apparat dar, wie er arrangirt ist, um die Diathermanität verschiedener Substanzen zu vergleichen. Vor der Wärmequelle, als welche entweder eine kleine Oellampe L mit metallischem Reflector, oder der mit heißem Wasser gefüllte Hohlwürfel H, oder das durch eine Weingeistlampe auf ungefähr 400° erwärmte, geschwärzte Kupferblech, Fig. 13, u. s. w. dienen kann, ist ein Schirm s aufgestellt, welcher mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen ist, hinter dieser Oeffnung wird dann eine Platte r der zu prüfenden Substanz aufgestellt.

Derartige Versuche haben nun ergeben, daß Steinsalz der einzige feste Körper ist, welcher Strahlen aller Wärmequellen gleichgut durchläßt, welcher also vollkommen diatherman ist.

Glas läßt nur 39 Procent der von dem Oellämpchen, und nur 6 Procent der von dem erhitzten Kupferblech kommenden Strahlen durch, während die vom Hohlwürfel H kommenden Strahlen fast gar nicht mehr vom Glas durchgelassen werden. Aehnlich verhalten sich andere durchsichtige Körper, sie absorbiren vorzugsweise die Strahlen dunkler Wärmequellen.

Die Luft ist so vollkommen diatherman, daß eine Luftsäule von 10 bis 20 Fuß Länge kaum eine merkliche Absorption von Wärmestrahlen bewirkt. Andere durchsichtige Gase aber üben wenigstens auf dunkle Wärmestrahlen eine bedeutende Absorption aus. Ist die eine Seite eines ungefähr 2 Fuß langen Blechrohrs, Fig. 14, stelle man die Thermosäule auf, an dem andern Ende des Rohrs aber das durch eine Weingeistlampe auf 400° erwärmte Kupferblech, Fig. 13, so werden die von dem heißen Blech durch die Luft im Rohr auf die Thermosäule fallenden Strahlen eine namhafte Ablenkung der Multiplicatornadel bewirken. Sobald man aber durch ein Gummirohr bei o Leuchtgas in das Rohr eintreten läßt, findet ein bedeutender Rückgang der Multiplicatornadel statt.

Die Brechbarkeit der Wärmestrahlen läßt sich mit Hülfe des in Fig. 15 dargestellten Arrangements des Melloni'schen Apparats zeigen, bei welchem freilich der Hohlwürfel H in den meisten Fällen durch die kleine Oellampe L, Fig. 12, zu ersetzen ist.

Um die Vertheilung der Wärme im Sonnenspectrum zu studiren, wendet man statt der Thermosäulen mit quadratischen Endflächen lineare Thermosäulen an, d. h. solche, bei welchen ungefähr 15 Thermoelemente in einer Ebene liegen. Fig. 16 stellt eine solche lineare Thermometersäule in ihrer Fassung dar. Erzeugt man nun mittels eines Prismas ein Sonnenspectrum, so zeigt sich kaum eine Spur von Wärmewirkung, wenn man die Thermosäule am violetten Ende des Spectrums aufstellt. Die Wärmewirkung wächst aber um so mehr, je weiter man die Thermosäule gegen das rothe Ende des Spectrums verschiebt, wie dies durch die thermische Intensitätscurve, Fig. 17, erläutert wird, welche über dem Spectrum gezeichnet ist. In dem sichtbaren Theil des Spectrums sind der Orientirung wegen die wichtigsten Fraunhofer'schen Linien eingetragen. Mit dem rothen Ende des Spectrums hört aber die Wärmewirkung keineswegs auf, sie erstreckt sich noch so weit über das sichtbare Spectrum hinaus, ja das Maximum der Wärmewirkung fällt noch über die rothe Grenze des sichtbaren Spectrums hinaus, wie man aus dem Verlauf der beiden Intensitätscurven sieht, von denen die untere einem Glas-, die obere einem Steinsalzprisma entspricht. In Fig. 18 sind die Intensitätscurven I des optischen, II des chemischen und III des thermischen Spectrums zusammengestellt.

VI. Wärmeleitung.

Um die ungleiche Wärmeleitung verschiedener Stoffe anschaulich zu machen, dient der Apparat Fig. 54, Taf. 6, von Ingenhuuß. In die eine Seitenwand eines Blechkastens sind mehrere aus den zu vergleichenden Substanzen verfertigte Stäbchen eingesteckt, welche sämmtlich gleichen Durchmesser haben und mit einer Schicht von Wachs überzogen sind. Wenn man nun kochendes Wasser in den Kasten gießt, so wird die Wachsschicht auf den einzelnen Stäbchen in gleicher Zeit um so weiter weggeschmolzen sein, je besser leitend das Stäb-

chen ist. Wenn auf dem Kupferstäbchen die Wachsschicht bereits bis ans Ende weggeschmolzen ist, ist die Schmelzung auf dem Eisenstäbchen ungefähr nur bis auf die Hälfte, auf einem Bleistäbchen nur bis auf ein Drittel der Stablänge vorgedrungen, während sie auf einem Glas- oder Holzstäbchen kaum begonnen hat.

Wenn ein Metallstab AB, Fig. 19, Taf. 7, an einem Ende von einer constanten Wärmequelle erhitzt wird, so wird sich die Wärme allmählich in demselben verbreiten; anfangs wird seine Temperatur an allen Stellen steigen, nach einiger Zeit aber hört dies Steigen auf, und der Stab zeigt dann überall eine constante Temperatur, welche mit der Entfernung von der Wärmequelle abnimmt. Diese Temperaturabnahme ist um so rascher, je schlechter die Substanz des Stabes die Wärme leitet. Um die Temperatur des Stabes an verschiedenen Stellen zu ermitteln, sind Löcher in denselben eingebohrt, welche Quecksilber enthalten und in welche man Thermometer einsenkt.

Hält man ein Drahtgitter, Fig. 20, in eine Flamme, etwa in eine Gasflamme, so erscheint diese wie abgeschnitten. Unten brennt das Gas, über dem Drahtnetz aber nicht, obgleich das Gas frei durch die Maschen hindurchgeht. Läßt man das nicht brennende Gas durch die Maschen des Netzes hindurchgehen, um es oberhalb desselben anzuzünden, Fig. 21, so sieht man oberhalb die Gasflamme, während das Gas unterhalb des Netzes nicht brennt. Die Entzündung kann sich durch das Drahtnetz nicht fortpflanzen, weil dasselbe als guter Wärmeleiter zu viel Wärme seitlich ableitet.

Darauf gründet sich Davy's Sicherheitslampe, Fig. 22 und 23. Hier ist die Flamme eines Oellämpchens ringsum von einem Cylinder von Drahttuch umgeben, durch welchen sich die Entzündung nach außen nicht fortpflanzen kann, wenn man sich auch in einer Atmosphäre befindet, welche, wie das in Kohlenbergwerken vorkommt, mit brennbaren Gasen gemengt ist.

Die Flüssigkeiten sind schlechte Wärmeleiter. Wenn man ein Gefäß mit Wasser von unten her erwärmt, so theilt sich allerdings die Wärme ziemlich rasch der ganzen Wassermasse mit; diese Mittheilung geschieht aber nicht durch Leitung, sondern sie wird durch Strömungen vermittelt, wie man sehen kann, wenn man das Wasser eines Glasgefäßes, Fig. 55, Taf. 6, welchem man einige Sägespäne zugesetzt hat, durch eine untergesetzte Weingeistlampe erwärmt. In der Mitte steigen die erwärmten und dadurch specifisch leichter gewordenen Wassertheilchen in die Höhe, während das kältere Wasser seitlich niederströmt.

Soll sich die Wärme nur durch Leitung im Wasser verbreiten, so muß man es von oben erwärmen, dann aber schreitet auch die Erwärmung sehr langsam vor. In die eine Seitenwand eines aus dünnem Blech verfertigten Gefäßes, Fig. 56, wird mittels eines Korks ein Thermometer eingesetzt und dann das Gefäß so weit voll Wasser gegossen, daß sich die Thermometerkugel 1 bis 2 Linien tief unter dem Wasserspiegel befindet. Gießt man nun heißes Oel auf das Wasser oder etwas Weingeist, den man anzündet, so wird es doch geraume Zeit dauern, bis das Thermometer nur um 1° steigt.

Ein anderer Versuch, welcher die schlechte Leitungsfähigkeit des Wassers erläutert, ist der in Fig. 24, Taf. 7, dargestellte. In ein mit möglichst kaltem Wasser gefülltes, etwas langes Reagenzröhrchen wirft man ein Stückchen Eis, welches mit Draht umwickelt ist, damit es zu Boden sinkt. Man kann dann das Wasser am obern Ende des Röhrchens ins Kochen bringen, ohne daß unten ein merkliches Wegschmelzen des Eises stattfindet.

Gase sind schlechte Wärmeleiter, obgleich sich die Wärme in ihnen leicht durch Strömung und Strahlung verbreitet. Die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Gase ist übrigens sehr ungleich und namentlich Wasserstoffgas ein viel besserer Wärmeleiter als Luft, Kohlensäure u. s. w. Fig. 25 stellt zwei Glasröhren dar, deren eine Wasserstoffgas enthält, während die andere mit Luft oder Kohlensäure gefüllt ist. Die Gase sind durch Quecksilber gesperrt. a und a' sind zwei gleich lange und dicke Platindrähte, welche durch dickere Zuleitungsdrähte in den Schließungsbogen einer Volta'schen Säule eingefügt sind. Wenn man einen Strom durch diese Drähte sendet, so kommt zuerst der von Luft oder Kohlensäure umgebene ins Glühen, während der von Wasserstoff umgebene noch dunkel bleibt.

VII. Wärmeerzeugung durch mechanische Mittel.

Jede Compression der Gase ist von einer Wärmeentwickelung, jede Expansion ist von einer Temperaturerniedrigung begleitet. Es läßt sich dies sehr schön mit Hülfe des Silbermann'schen Apparats, Fig. 26, zeigen. In einem metallenen Cylinder läßt sich ein luftdicht schließender Kolben auf- und abschieben. In dem untern Theil des Apparats sind Oeffnungen angebracht, die durch Glasplatten luftdicht geschlossen sind, und durch welche man ein im Innern befindliches Breguet'sches Metallthermometer beobachten kann. Ist der Apparat mit Luft oder einem andern Gase gefüllt und die Communication mit der äußern Luft vollkommen abgesperrt, so wird beim Niederdrücken des Kolbens das Thermometer steigen, es wird fallen, wenn man den hinabgedrückten Kolben wieder in die Höhe zieht.

Bei hinlänglich starker und rascher Compression der Luft kann die Temperaturerhöhung bedeutend genug werden, um Zunder in Brand zu setzen, wie man mit Hülfe des pneumatischen Feuerzeugs, Fig. 57, Taf. 6, zeigen kann. Der Zunder wird in die untere Höhlung des Kolbens eingesteckt, welchen Fig. 58 in größerm Maßstabe zeigt.

Wird die Luft in einem Ballon A, Fig. 27, Taf. 7, etwas verdünnt, so wird in dem mit dem Innern von A communicirenden und in ein Gefäß mit Wasser eingetauchten Glasrohr d das Wasser bis zu einer bestimmten Höhe aufsteigen. Oeffnet man nun momentan den etwas weit gebohrten Hahn c, so wird sich augenblicklich das Gleichgewicht mit der äußern Luft wiederherstellen, das Wasser in d sinkt sogleich bis auf das Niveau im äußern Gefäß. Bleibt nun aber der Hahn c geschlossen, so steigt das Wasser wieder etwas in d, weil das rasche Eindringen von Luft durch c von einer Verdichtung, also auch mit einer Temperaturerhöhung der Luft in A begleitet ist. Wenn sich nun diese Temperaturerhöhung allmählich verliert, so muß das Wasser in d wieder etwas steigen.

Wenn man in einen starken, mit Draht überflochtenen Glasballon, Fig. 28, einige Tropfen Wasser bringt, dann die Luft in demselben mittels der Compressionspumpe bis auf ungefähr 3 Atmosphären comprimirt und den so präparirten Ballon an einem warmen Orte einige Zeit lang ruhig liegen läßt, so wird sich beim Oeffnen des Hahns der ganze Ballon mit Nebel füllen, weil bei dem Ausströmen der Luft eine solche Erkaltung erfolgt, daß ein Theil der Wasserdämpfe, welche sich im Ballon gebildet hatten, condensirt wird.

Auch durch die Compression anderer Körper wird Wärme erzeugt, wie z. B. die starke Erhitzung beim Prägen der Münzen zeigt. Eine andere wichtige mechanische Quelle der Wärme ist die Reibung. Auf Reibung beruht das Feuermachen mit Stahl und Stein, mit Streichhölzchen u. s. w. Wilde Völker machen Feuer

durch Reiben trockener Holzstücke. Fig. 29 erläutert eine Vorrichtung, deren sich die Dacota-Indianer bedienen, um Feuer zu machen. Ein Stab ab von trockenem hartem Holz wird zwischen zwei Breter A und B eingesetzt, welche mit einer kleinen Vertiefung zur Aufnahme der Stabenden versehen sind; das obere Bret wird schwach aufgedrückt und dann der Stab durch die in der Figur ersichtliche Vorrichtung in rasche Rotation versetzt. Sobald sich Feuer zeigt, nähert eine zweite Person ein Stück Zunder.

Rumford brachte durch die beim Bohren einer Kanone frei werdende Wärme Wasser ins Kochen. In kleinem Maßstab läßt sich dies auch mit der Vorrichtung Fig. 30 erreichen. In ein Messingröhrchen a, welches auf die Rotationsaxe einer Schwungmaschine aufgeschraubt ist, wird heißes Wasser eingegossen und dann dasselbe mit einem Kork geschlossen. Wird nun das Rohr zwischen zwei Holzbacken gefaßt, welche mit Rinnen versehen sind, in welche das Röhrchen paßt, und dann die Maschine rasch gedreht, so wird nach einigen Minuten das Wasser bis zum Sieden erhitzt sein, sodaß die gebildeten Dämpfe den Kork wegschleudern.

Einerseits kann also durch mechanische Arbeit Wärme producirt, andererseits kann durch Wärme mechanische Arbeit geleistet werden, wie wir z. B. an der Dampfmaschine sehen, es muß also ein bestimmtes Größenverhältniß zwischen mechanischer Arbeit und Wärmeproduction bestehen. Um das mechanische Aequivalent der Wärme zu bestimmen, sind eine Reihe von Versuchen in sehr verschiedener Weise ausgeführt worden; einer der einfachsten wird durch Fig. 31 erläutert. Ein schwerer eiserner Cylinder A ist an 3 Meter langen Seilen aufgehängt; ihm gegenüber hängt ein schwerer Block von Sandstein. Zwischen beiden befindet sich ein Stück Blei. Wird nun der eiserne Cylinder aus der Lage A bis A′ zurückgezogen und dann losgelassen, so wird er herabfallen und einen gewaltigen Stoß gegen das Bleistück ausüben, welches dadurch zusammengedrückt und erwärmt wird. Einerseits kennt man hier die mechanische Kraft des Stoßes, andererseits kann man die Temperaturerhöhung des Bleistücks messen, also die durch den Stoß entwickelte Wärmemenge ermitteln und danach das mechanische Aequivalent der Wärme berechnen.

Derartige Bestimmungen bilden den Ausgangspunkt der mechanischen Wärmetheorie, derzufolge die Wärme nicht mehr der ruhenden Gegenwart eines imponderabeln Wärmestoffes, sondern einer intensiven Vibrationsbewegung der Körperatome zugeschrieben wird.

E. Magnetismus.

(Tafel 8.)

Schon im Alterthum kannte man Eisenerze, welche die Eigenschaft besaßen, Eisen anzuziehen; man nannte sie Magnete, weil sie vorzugsweise in der Nähe der Stadt Magnesia in Kleinasien gefunden wurden.

Das Magneteisen besteht aus gleichen Aequivalenten Eisenoxyd und Eisenoxydul.

Solche Stücke dieses Erzes, welche die Eigenschaft haben, Eisen anzuziehen, nennt man natürliche Magnete. Wälzt man sie in Eisenfeile, so bleibt diese an vielen Stellen ihrer Oberfläche in Form von mehr oder weniger großen Büscheln hängen; doch zeigt sich die anziehende Kraft, welche der Magnet auf das Eisen ausübt, keineswegs an allen Stellen seiner Oberfläche gleich stark.

Dieselbe Eigenschaft, Eisen anzuziehen, kann man aber auch dem Stahl mittheilen. Solche Stahlmagnete, welche man im Gegensatz zu den eben besprochenen als künstliche Magnete bezeichnet, bieten den großen Vortheil, daß man ihnen beliebige und für die Untersuchungen geeignete Formen geben kann. Wenn man einen gehärteten Stahlstab nach einer der später zu besprechenden Methoden magnetisirt hat und ihn mit Eisenfeile bestreut, so bleibt diese vorzugsweise an den Enden, den Polen, hängen, wie Fig. 1 auf Taf. 8 zeigt. In der Mitte fällt die Eisenfeile vollständig ab.

Jeder Magnet hat eine neutrale Mittellinie und zwei Pole. Diese beiden Pole sind aber durchaus nicht gleichartiger Natur. Um dies nachzuweisen, bedarf man beweglicher Magnete, welche man dadurch erhält, daß man einen in einer dünnen Messinghülse liegenden Magnet an einem ungedrehten Faden aufhängt, wie Fig. 2 zeigt, oder daß man eine Magnetnadel, Fig. 3, auf eine Stahlspitze aufsetzt, daß sie sich in horizontaler Ebene frei drehen kann.

Nähert man nun einen und denselben Pol eines Magnetstabes, den wir mit A bezeichnen wollen, zuerst dem Pole n, dann dem Pole s des Magnetstabes Fig. 2 oder der Magnetnadel Fig. 3, so sieht man, daß der ein Pol des beweglichen Magnets von A angezogen, der andere aber von A abgestoßen wird.

Man stelle nun zwei Magnetnadeln, etwa von der in Fig. 3 dargestellten Art, in einiger Entfernung voneinander auf, ermittele an jeder denjenigen Pol, der von A angezogen wird, und bezeichne ihn durch Anstecken eines weißen Papierscheibchens, wie Fig. 4 andeutet, so wird der andere Pol einer jeden dieser beiden Magnetnadeln, welcher etwa durch ein schwarzes Papierscheibchen zu bezeichnen ist, von A abgestoßen werden. Die weißgezeichneten Pole der beiden Magnetnadeln sind also gleichnamig, d. h. gleichartig, ebenso wie die beiden schwarzgezeichneten.

Hebt man nun eine der beiden Magnetnadeln von ihrer Spitze ab, um sie der andern, noch auf ihrer Spitze spielenden zu nähern, so findet man alsbald, daß die beiden weißen Pole einander abstoßen und ebenso die beiden schwarzgezeichneten, daß aber zwischen einem weißgezeichneten Pole und einem schwarzgezeichneten Anziehung stattfindet.

Gleichnamige Pole stoßen sich also ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an.

Aus später anzuführenden Gründen nennt man den einen Pol eines Magnets den Nordpol, den andern aber den Südpol.

Zur Erklärung der eben besprochenen magnetischen Erscheinungen nimmt man an, daß es im Eisen und im Stahl zwei imponderable Fluida (das nordmagnetische und das südmagnetische Fluidum) gebe, welche die Eigenschaft haben, daß die Theilchen eines und desselben Fluidums sich gegenseitig abstoßen, während zwischen den Theilchen des einen Fluidums und denen des andern eine Anziehung stattfindet.

Wenn man ein dünnes hartes Magnetstäbchen (etwa eine magnetisirte Stricknadel) in der Mitte durchbricht, so ist jedes der beiden Stücke wieder ein vollständiger Magnet, der einen Nordpol und einen Südpol hat.

Fährt man mit Durchbrechen fort, so hat jedes Stückchen wieder seine zwei Pole, Fig. 5, jedes noch so kleine Stückchen ist also ein vollständiger Magnet. Daraus folgt, daß jedes einzelne Stahlpartikelchen für sich schon ein vollständiger Magnet, d. h. daß die eine Hälfte eines jeden Stahlpartikelchens mit nordmagnetischem, die andere Hälfte aber mit südmagnetischem Fluidum geladen ist. Man hat sich also einen vollständig magnetisirten Stahlmagnet ungefähr so vorzustellen, wie Fig. 6 anschaulich macht.

Ein Eisenstab wird durch die Einwirkung eines Magnets gleichfalls in einen Magneten verwandelt

Man klemme einen vier bis fünf Zoll langen Eisenstab in ein passendes Stativ, Fig. 7, und nähere von oben einen kräftigen Magnetpol, während man das untere Ende des Eisenstabes in Eisenfeile taucht. Es bleibt dann ein Büschel Eisenfeile an dem untern Ende hängen, ein Beweis, daß der Eisenstab wirklich selbst zum Magnet geworden ist. Wenn man nun aber den Magnetpol oben langsam wegzieht, so fällt die Eisenfeile ab, der Eisenstab verliert also seinen Magnetismus sogleich wieder, wenn die magnetisirende Kraft entfernt wird.

Ersetzt man bei diesem Versuch den Eisenstab durch einen gehärteten Stahlstab, so werden kaum einzelne Spänchen der Eisenfeile hängen bleiben, der Stahl läßt sich also nicht so leicht magnetisiren, wie das Eisen. Wenn man aber den Stahlstab durch wiederholtes Streichen an einem kräftigen Magnetpol einmal magnetisch gemacht hat, so verliert er seinen Magnetismus auch nicht so leicht, wie ein Eisenstab.

Man benutzt die Eigenschaft des Eisens, durch Berührung mit einem Magneten leicht magnetisch zu werden, um durch eiserne Ansatzstücke, welche den Namen magnetische Armaturen führen, den Magnetismus natürlicher oder künstlicher Magnete in zweckmäßiger Weise zur Wirkung zu bringen.

So wird z. B. an jede der Polflächen eines natürlichen Magnets eine ungefähr 1 Linie dicke Eisenplatte (die Flügel) l und l', Fig. 8 und Fig. 9, angelegt und durch messingene Bänder befestigt, welche unten in den hervorragenden Eisenstücken p und p' (den Füßen) enden. Durch den magnetisirenden Einfluß des natürlichen Magnets werden die beiden Füße zu entgegengesetzten Magnetpolen gemacht, an die man nur einen eisernen Anker anzusetzen braucht, um eine ziemlich bedeutende Tragkraft zu erzielen.

Um bei künstlichen Magneten eine möglichst große Tragkraft zu erzielen, gibt man ihnen eine U-förmige Gestalt, Fig. 10. Solche Hufeisenmagnete bestehen entweder aus einer einzigen Stahl-Lamelle, oder sie sind aus mehrern Lamellen zusammengesetzt. Setzt man den aus weichem Eisen gebildeten Anker m m an, so wird sowol der Pol S als auch der Pol N im Anker einen Südpol in s und einen Nordpol in n zu erzeugen streben, jeder Pol des Hufeisenmagnets unterstützt die Wirkung des andern.

Man benutzt auch eiserne Armaturen zur Erhaltung und Kräftigung des Magnetismus in Stahlstäben. Zwei gleiche Magnetstäbe NS und N'S', Fig. 11, werden parallel so nebeneinandergelegt, daß der Nordpol des einen nach derselben Seite gerichtet ist, wie der Südpol des andern und fügt dann zwei Stücke weichen Eisens ab und cd so an, daß dadurch das Rechteck geschlossen wird.

Die Wirkung eines Magnetpols nimmt, wie alle von einem Punkte ausgehenden Fernwirkungen im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung ab, d. h. in der doppelten, dreifachen, vierfachen u. s. w. Entfernung ist seine magnetische Wirkung 2 · 2 oder 4 mal, 3 · 3 oder 9 mal, 4 · 4 oder 16 mal u. s. w. schwächer.

Von diesem für die einzelnen Magnetpole geltenden Gesetze ausgehend haben Gauß und Weber nachgewiesen, daß die Totalwirkung eines Magnets in die Ferne im umgekehrten Verhältniß der dritten Potenz der Entfernung abnimmt, daß sie also in der doppelten Entfernung 2 · 2 · 2 oder 8 mal, in der dreifachen Entfernung 3 · 3 · 3 oder 27 mal geringer ist, vorausgesetzt, daß die Dimensionen des Magnets sehr klein sind im Verhältniß zu der Entfernung des Punktes, auf den er wirkt. Dies Gesetz der Totalwirkung eines Magnets läßt sich mit der Vorrichtung Fig. 12 prüfen, auf welche wir später zurückkommen.

Es ist schon davon die Rede gewesen, daß ein Stahlstab durch wiederholtes Streichen an einem Magnetpol magnetisch wird. Die einfachste Streichungsmethode ist folgende: Man streiche wiederholt (10, 20, 50 mal) die eine Hälfte des Stahlstabes, welche ein Nordpol werden soll an dem Südpol eines kräftigen Magnets, mit der andern Hälfte des Stahlstabes aber in gleicher Weise an dem Nordpol desselben, wie dies Fig. 13 andeutet, also so, daß man den Stahlstab mit seiner Mitte auf den Magnetpol aufsetzt und ihn dann in der Richtung des Pfeils von demselben abzieht.

Härtere und größere Stahlstäbe werden nach diesem Verfahren magnetisirt, indem man sie in der angegebenen Weise an den Polen eines kräftigen Elektromagnets streicht.

Es bleibt uns jetzt noch die Wirkung zu besprechen übrig, welche der Erdkörper auf Magnete ausübt. — Wenn man einen Magnetstab (oder eine Magnetnadel), welcher so aufgehängt ist, daß er sich in horizontaler Ebene frei drehen kann, also den Magnetstab Fig. 2 (oder die Magnetnadel Fig. 3) sich selbst überläßt, so stellt er sich immer in einer bestimmten Lage ein und zwar so, daß die verlängerte Magnetaxe stets nach einem bestimmten Punkte des Horizontes hinweist. Aus dieser Gleichgewichtslage herausgebracht, oscillirt der Stab eine Zeit lang um seine Gleichgewichtslage, um endlich wieder in derselben zur Ruhe zu kommen.

Das eine Ende der Magnetnadel weist in unsern Gegenden ungefähr nach Norden, das andere ungefähr nach Süden, weshalb denn auch der eine (nach Norden zeigende Pol) der Nordpol, der andere der Südpol der Magnetnadel genannt wird.

Denkt man sich durch die beiden Pole der in ihrer Gleichgewichtslage befindlichen horizontalen Magnetnadel eine Verticalebene gelegt, so ist dies der magnetische Meridian. Wenn die Magnetnadel genau nach Norden schaute, so würde der magnetische Meridian mit dem astronomischen zusammenfallen. Es ist dies aber für die meisten Orte der Erde nicht der Fall; der magnetische Meridian macht mit dem astronomischen meistens einen Winkel, welcher die magnetische Declination oder Abweichung genannt wird. Die Declination ist östlich oder westlich, je nachdem das Nordende der Nadel östlich oder westlich vom astronomischen Meridian liegt. Stellt z. B. s n, Fig. 14, den astronomischen Meridian, a b aber die Richtung der horizontalen Magnetnadel in ihrer Gleichgewichtslage dar, so ist die Declination eine westliche.

Jeder Apparat, welcher dazu dient, die Declination zu messen, heißt eine Declinationsbussole, während man mit dem Namen einer Bussole überhaupt eine Magnetnadel bezeichnet, deren Umdrehungsaxe den Mittelpunkt eines getheilten Kreises bildet.

Nach diesen Erklärungen können wir nun auch zur Betrachtung des Apparates Fig. 12 zurückkehren. Ein 1 Meter langer in halbe Decimeter getheilter Stab wird rechtwinklig zum magnetischen Meridian gelegt und auf die Mitte desselben eine kleine Bussole gesetzt. Die Nadel der Bussole wird sich, wenn weiter keine magnetische Kraft auf sie einwirkt, in den magnetischen Meridian einstellen und auf den Nullpunkt der Theilung zeigen. Wird nun aber ein kräftiger, 1 Decimeter langer Magnetstab, n s, auf den Stab aufgelegt, so wird dieser eine Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridian bewirken und zwar eine 8 mal oder 27 mal kleinere, wenn man ihn in die zweifache oder dreifache Entfernung von der Nadel bringt.

Fig. 15 stellt eine Declinationsbussole der einfachsten Art dar. Die Spitze, auf welcher die Nadel aufgesetzt ist, bildet den Mittelpunkt eines in Grade getheilten Horizontalkreises, welcher um eine verticale Axe in seiner eigenen Ebene umgedreht werden kann. An der Seite des Gehäuses ist ein Fernrohr angebracht, dessen Axe mit derjenigen Linie parallel läuft, welche man sich von dem Nullpunkt des getheilten Kreises über seinen Mittelpunkt zum Theilstrich 180 gezogen denken kann. Wenn man den Apparat so stellt, daß die Nadel gerade auf den Nullpunkt der Theilung zeigt, so ist die Axe des Fernrohrs mit der Nadel parallel, sie fällt mit dem magnetischen Meridian zusammen; bei jeder andern Stellung aber zeigt die Nadel auf denjenigen Theilstrich des Kreises, welcher angibt, wie viel Grade der Winkel beträgt, welchen die Richtung der Nadel mit der Axe des Fernrohrs macht. Wenn man also das Fernrohr genau in den astronomischen Meridian bringt, so kann man auf dem Theilkreise ablesen, welchen Winkel der magnetische Meridian mit dem astronomischen macht, oder mit andern Worten, wie groß die magnetische Abweichung ist.

Dieses Instrument kann überhaupt als Winkelmeßinstrument dienen, weil man mit Hülfe desselben jederzeit bestimmen kann, welchen Winkel die Visirlinie des Fernrohrs mit dem magnetischen Meridian macht. Die Bussole wird vorzugsweise zum Winkelmessen bei unterirdischen Arbeiten, also z. B. in Bergwerken benutzt. Auch der Kompaß der Seefahrer ist eine Declinationsbussole, wenn auch von etwas abgeänderter Construction.

Im mittlern Deutschland ist die Declination eine westliche und zwar beträgt sie ungefähr 17°. Nach Osten hin nimmt die westliche Declination ab, um an der Grenze zwischen Europa und Asien Null zu werden und dann in eine östliche Declination überzugehen. Von Deutschland aus nimmt nach Westen hin die westliche Declination noch zu, um über eine gewisse Grenze hinaus wieder abzunehmen. Im größten Theile von Asien und dem westlichen Theile von Amerika ist die Declination eine östliche.

Der Erdkörper übt also auf die Magnetnadel eine richtende Kraft aus, die Erde wirkt also wie ein großer Magnet. Seinen Hauptzügen nach verhält sich der Erdmagnetismus ungefähr so, als ob der Erdkörper in seinem Innern einen großen Magneten enthielte, ungefähr so, wie es Fig. 16 darstellt. In dieser Figur stellt NS die Umdrehungsaxe der Erde, also N den Nordpol, S den Südpol dar. Die punktirten Ellipsen sind größte Kreise, welche durch den Nord- und den Südpol der Erde gehen, also astronomische Meridiane. Der ideale Magnet AB, den wir uns im Innern der Erde denken wollen, um die Erscheinungen des Erdmagnetismus zu erklären, fällt aber nicht mit der Erdaxe zusammen, sondern er macht einen Winkel mit derselben, sodaß die verlängerte Axe des Erdmagnets AB die Erdoberfläche in zwei Punkten MN und MS trifft, welche wir als magnetische Pole der Erde bezeichnen wollen und welche, wie man sieht, nicht mit den Umdrehungspolen der Erde zusammenfallen.

Denken wir durch irgendeinen Punkt a der Erdoberfläche und die beiden magnetischen Pole der Erde MN und MS einen größten Kreis gelegt, so ist dies der magnetische Meridian für a, und man sieht, daß der magnetische Meridian für a mit dem astronomischen Meridian SaN einen Winkel macht, und dieser Winkel ist eben die magnetische Declination für den Punkt a.

So regelmäßig, wie es nach der durch Fig. 16 erläuterten Hypothese sein müßte, zeigen sich aber die Erscheinungen der Declination auf der Erdoberfläche durchaus nicht. Nach den zahlreichen Beobachtungen der magnetischen Declination, die zu Wasser und zu Lande an den verschiedensten Orten der Erdoberfläche angestellt worden sind, hat man Karten entworfen, auf welchen die isogonischen Curven gezogen sind, d. h. solche Curven, welche alle Orte gleicher magnetischer Abweichung miteinander verbinden. Fig. 17 ist eine solche Abweichungs- oder Declinationskarte. Die beiden stark ausgezogenen, mit o bezeichneten Curven sind die Linien ohne Abweichung, sie gehen also über solche Orte, an welchen die Magnetnadel genau nach Norden schaut. Die Curven westlicher Declination sind schwächer ausgezogen die Curven östlicher Declination aber sind punktirt.

Nach der durch Fig. 16 erläuterten Hypothese müßten die beiden magnetischen Erdpole MN und MS diametral gegenüberliegen, was in der That nicht der Fall ist. Dieser Umstand ließe sich durch eine excentrische Lage des idealen Magnets AB, Fig. 16, d. h. dadurch erklären, daß derselbe seitwärts vom Mittelpunkt der Erde läge.

Die magnetische Declination gibt uns keineswegs die wahre Richtung an, nach welcher der Erdmagnetismus auf die Magnetnadel wirkt, denn durch ihre Aufhängung ist dafür gesorgt, daß sie sich nur in horizontaler Ebene umdrehen kann (weil der Schwerpunkt der Nadel unter dem Aufhängepunkt liegt); es ist also nur der horizontale Theil des Erdmagnetismus, welcher beim Richten des Magnetstabes, Fig. 2, oder der Magnetnadel, Fig. 3, zur Wirkung kommt. Um die Richtung zu finden, nach welcher die magnetische Totalkraft der Erde wirkt, muß man die Nadel nach allen Richtungen hin beweglich machen, wie es bei der Inclinationsnadel, Fig. 18, der Fall ist. Diese Magnetnadel ist zunächst um eine horizontale, durch ihren Schwerpunkt gehende Axe, also in verticaler Ebene drehbar. Die Spitzen, in welchen die horizontale Drehungsaxe ab endet, werden von einem messingenen Rähmchen getragen, welches an einem ungedrehten Faden hängt, sodaß sich also der ganze Apparat auch noch um eine verticale Axe drehen kann. Zunächst stellt sich nun das Rähmchen so, daß die Ebene der Nadel in die Ebene des magnetischen Meridians fällt, dann aber stellt sich die Nadel nicht wagerecht, sondern das Nordende neigt sich, wie es die Figur andeutet.

Der Winkel, welchen die so beweglich gemachte Magnetnadel mit der Horizontalen macht, wird die Inclination genannt. Im mittlern Deutschland beträgt die Inclination ungefähr 65°.

Ein Apparat, bei welchem die horizontale Umdrehungsaxe der Inclinationsnadel den Mittelpunkt eines verticalen getheilten Kreises bildet, Fig. 19, heißt eine Inclinationsbussole oder ein Inclinatorium.

Wenn man von Deutschland aus nach Norden geht, nimmt die Inclination zu, sie nimmt ab nach Süden hin. Nach Süden hin fortgehend, kommt man endlich an einen Ort, für welchen die Inclination gleich Null ist, an welchen sich also die Inclinationsnadel horizontal stellt. Über diesen Punkt hinaus senkt sich dann das Südende der Nadel, die bis dahin nördliche Inclination geht in eine südliche über.

Die um die ganze Erde herumlaufende Linie ohne Inclination wird der magnetische Aequator genannt. Auf der Inclinationskarte, Fig. 20, ist der mit o bezeichnete magnetische Aequator stärker ausgezogen als die übrigen isoclinischen Linien (Linien gleicher Inclination), für welche die Größe der Inclination stets beigeschrieben ist.

Auf den magnetischen Polen der Erde stellt sich die Inclinationsnadel ganz vertical, die Inclination ist hier gleich 90°. Den magnetischen Nordpol der Erde hat Kapitän Roß im Jahre 1832 wirklich erreicht, an den magnetischen Südpol der Erde ist bisjetzt noch niemand gelangt, doch läßt sich seine Lage aus dem Verlaufe der

Man klemme einen vier [illegible]
stab in ein passendes [illegible]
oben einen kräftigen [illegible]
untere Ende des Eisen[illegible]
bleibt dann ein Büschel [illegible]
hängen, ein Beweis, daß [illegible]
zum Magnet geworden ist. [illegible]
Magnetpol oben langsam [illegible]
feile ab, der Eisenstab verliert [illegible]
sogleich wieder, wenn du [illegible]
wird.

Ersetzt man bei diesem [illegible]
einen gehärteten Stahlstab [illegible]
Spänchen der Eisenfeile [illegible]
läßt sich also nicht so leicht [illegible]
Wenn man aber den Stahlstab [illegible]
chen an einem kräftigen [illegible]
macht hat, so verliert er [illegible]
so leicht, wie ein Eisenstab.

Man benutzt die Eigenschaft [illegible]
rührung mit einem Magneten [illegible]
um durch eiserne Anlagestücke [illegible]
tische Armaturen [illegible]
licher oder künstlicher Magnete [illegible]
Wirkung zu bringen.

So wird z. B. an jede der [illegible]
Magnets eine ungefähr 1 [illegible]
Flügel) l und l', Fig. [illegible]
durch messingene Bänder [illegible]
hervorragenden Eisenstücken [illegible]
den. Durch den magnetisirenden [illegible]
Magnets werden die beiden [illegible]
Magnetpolen gemacht, an [illegible]
Anker anzusetzen braucht, [illegible]
Tragkraft zu erzielen.

Um bei künstlichen Magneten [illegible]
Tragkraft zu erzielen, gibt man [illegible]
Gestalt, Fig. 10. Solche Hufeisen[illegible]
meter aus einer einzigen Stahl[illegible]
aus mehrern Lamellen zusammen[illegible]
die aus weichem Eisen gefertigt [illegible]
so wird sowol der Pol S als auch [illegible]
einen Südpol in s und einen [illegible]
nen streben, jeder Pol des [illegible]
zugt die Wirkung des andern.

Man benutzt auch eiserne [illegible]
und Kräftigung des Magnet[illegible]
Zwei gleiche Magnetstäbe NS [illegible]
parallel so nebeneinander[illegible]
einen nach derselben Seite [illegible]
pol des andern und fügt [illegible]
rens ab und cd so an, daß [illegible]
schlossen wird.

Die Wirkung eines Magnet[illegible]
einem Punkte ausgehenden [illegible]
kehrten Verhältniß des Quadrates [illegible]
d. h. in der doppelten, [illegible]
Entfernung ist seine magnetische [illegible]
mal, 3 · 3 oder 9 mal [illegible]
schwächer.

Von diesem für [illegible]
Gesetze ausgehend [illegible]
wissen [illegible]
Ferne [illegible]
der Ge[illegible]
Stell[illegible]
hin[illegible]
[illegible]

lage unter-
riode aus-

Verlauf ihrer
r folgender:
er Nadel im
lich rasch geht
n 1 und 2 Uhr
nun wieder nach
bis zum Abend
Fig. 21 ist dieser

erfolgt keineswegs
von der Stellung,
em Verlauf dieser täg-
mäßte, unregelmäßig
mehr bald weniger ab.
en von dem normalen
magnetische Störun-

ung wurde seit dem Jahre
gen an verschiedenen Orten
nationsnadel mit großer Ge-
ch ein merkwürdiger Paralle-
Nadeln an verschiedenen Orten
artigen Aufschwung nahmen
rminsbeobachtungen, nachdem
d des Poggendorff'schen Spiegel-
tung construirt hatte, welche die
en in der Lage des magnetischen
chten gestattete.

Magnetometer besteht aus einem
er an einem Bündel ungedrehter Sei-
agt und an welchem ein kleiner Spiegel
twa wie es Fig. 22 darstellt. Diesem
nber, dessen Ebene wir der Einfachheit
chwinklig auf der Axe des Magnetstabes
nehmen wollen, ist in einer Entfernung von
Fuß ein Fernrohr aufgestellt, wie es Fig. 23
Das Fernrohr steht etwas höher als der Spiegel
so abwärts geneigt, daß seine Axe auf die Mitte
Spiegels gerichtet ist. Unterhalb des Fernrohrs ist
eine 1 Meter lange in Millimeter getheilte Scala
in horizontaler Lage so angebracht, daß man durch
das Fernrohr im Spiegel das Bild eines Stücks dieser
Scala erblickt. Wenn die Axe des Magnets wirklich mit
der Verticalebene des Fernrohrs zusammenfällt, so er-
scheint das Bild des mittlern Punktes a der Scala gerade
am verticalen Faden des Fadenkreuzes im Fernrohr;
befindet aber der Magnetstab nur im mindesten aus dieser
Lage abweicht, so erscheint das Bild anderer Theilstriche
am verticalen Faden, sodaß man die geringste Ab-
weichung mit Sicherheit erkennen und messen kann.

Fig. 24 stellt ein transportables Magnetometer dar. Den 6 Zoll langen Magnetstab nebst seiner Spiegelvorrichtung haben wir bereits in Fig. 22 kennen gelernt. Ein Bündel ungedrehter Seidenfäden, welches den Magnetstab trägt, ist durch das Rohr r, in dessen Mitte es sich befindet, vor Luftzug geschützt. Der Magnetstab selbst hängt in einem länglichen Gehäuse von starkem Kupferblech, dessen seitliche Oeffnungen, welche in unserer Zeichnung offen geblieben sind, damit man den Magnetstab besser sehen kann, durch Glasfenster geschlossen sind. Auch die Stelle bei d wird mit einem Blechcylinder umgeben, welcher nur dem Spiegel gegenüber eine mit einer geschliffenen Glasplatte geschlossene Oeffnung hat. Das Gehäuse, in welchem der Magnet spielt, ist mit mehrern Lagen von übersponnenem Kupferdraht umwickelt, dazu dienen, die Einwirkung schwacher elektrischer auf den Magnetstab zu untersuchen. Bei Beoba-

Schwankungen des magnetischen Meridians bleiben diese Drahtwindungen ganz aus dem Spiel.

Mit solchen oder ähnlichen Magnetometern wurden nun jahrelang (und werden zum Theil noch) an vorausbestimmten Tagen an vielen Orten Europas und auch anderer Welttheile 24 Stunden lang die Variationen in der Lage des horizontalen Magnetstabes von 5 zu 5 Minuten beobachtet. Der bessern Uebersicht halber wurden dann diese Beobachtungen für jeden Terminstag graphisch zusammengestellt und in den Resultaten des magnetischen Vereins publicirt. Als Beispiel einer solchen graphischen Darstellung der Störungsschwankungen eines bestimmten Tags mag Fig. 25 dienen, in welcher übrigens nur für zwei Orte (Upsala und Göttingen) die von Stunde zu Stunde gemachten Beobachtungen aufgetragen sind.

Die Zusammenstellung solcher Terminsbeobachtungen hat nun im wesentlichen folgende Resultate gegeben:

1) Für Orte der nördlichen Hemisphäre, welche nahezu auf demselben Meridian liegen, sind die Störungen gleichzeitig und gleichgerichtet.

2) Die Störungen auf der südlichen Hemisphäre stehen nahezu in vollkommenem Gegensatz zu denen, welche gleichzeitig an Orten gleicher geographischer Länge auf der nördlichen Hemisphäre beobachtet werden. Wenn das Nordende der Magnetnadel in Göttingen nach Westen geht, so geht es auf dem Cap der guten Hoffnung gleichzeitig nach Osten.

3) Für Orte, welche nahezu gleiche geographische Breite, aber verschiedene Länge haben, zeigt sich der Zusammenhang der Störungen in der Art, daß wenn an irgendeinem Orte eine besonders starke Störung auftritt, dieselbe auch nach Osten und nach Westen hin gleichzeitig in gleicher Richtung, aber mit abnehmender Stärke beobachtet wird. 90° östlich und 90° westlich von dem Orte der größten Schwankung wird in demselben Momente gar keine oder doch nur eine unbedeutende Schwankung beobachtet, während die gleichzeitigen Störungsschwankungen auf der andern Hälfte des Parallels die entgegengesetzte Richtung haben und zwar zeigt sich ein östliches Maximum ungefähr 180° von dem Punkte entfernt, an welchem gerade das westliche Maximum auftritt.

Die Erscheinung von Nordlichtern ist in der Regel von ungewöhnlich starken Störungsschwankungen der Magnetnadel begleitet. Auch Erdbeben veranlassen starke magnetische Störungen, selbst an Orten, wo sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden.

F. Elektricität.

(Tafel 9, Tafel 10 und Figur 33 bis 45 auf Tafel 7.)

I. Reibungselektricität.

Manche Körper, wie z. B. Schellack, Siegellack, Hornguммi, Bernstein (das **Elektron** der Alten, daher: Elektricität), Guttapercha, Glas, Porzellan u. s. w., erlangen durch Reiben mit Wolle, Pelz, Seide u. s. w. die Eigenschaft, leichte Körperchen, wie z. B. Papierschnitzelchen, Hollundermarkkügelchen u. s. w., anzuziehen, wie dies durch Fig. 1, Taf. 9, erläutert wird.

Noch auffallender zeigt sich diese Anziehung am **elektrischen Pendel**, Fig. 2, welches aus einem an einem leinenen Faden hängenden Korkkügelchen besteht. Wenn das Korkkügelchen, Fig. 2, an einem seidenen Faden aufgehängt ist, so zeigt sich die Anziehung, welche der geriebene Körper auf das Kügelchen ausübt, weit schwächer; ist aber einmal das Kügelchen mit dem Stabe in Berührung gekommen, so erfolgt eine **Abstoßung** desselben.

Die Ursache dieser Anziehungs- und Abstoßungserscheinungen wird als **Elektricität** bezeichnet und imponderabeln elektrischen Flüssigkeiten zugeschrieben, welche manche Aehnlichkeit mit den hypothetischen magnetischen Flüssigkeiten haben.

Die Abstoßung des an dem Seidenfaden hängenden Korkkügelchens durch den Schellackstab, mit dem es kurze Zeit in Berührung war, erklärt sich dadurch, daß ein Theil des elektrischen Fluidums vom Schellackstab auf das Kügelchen überging und nun eine Abstoßung zwischen den mit dem gleichen elektrischen Fluidum geladenen Körpern erfolgt. Diese Abstoßung zeigt sich auch sehr schön an zwei Streifen Pyropapier, Fig. 3, welche man zwischen den Fingern durchgezogen hat.

Das von dem geriebenen Schellack- oder Harzstab abgestoßene Korkkügelchen, Fig. 2, wird von einem mit Wolle geriebenen Glasstab angezogen. Die Elektricität des Glasstabes ist demnach verschieden von der des Harzstabes, und man unterscheidet **positive** oder **Glaselektricität** und **negative** oder **Harzelektricität**. Ein zwischen den Fingern durchgezogener Streifen von Pyropapier ist negativ elektrisch.

Gleichnamig elektrisirte Körper stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Wenn zwei Körper, miteinander gerieben, elektrisch werden, so nimmt der eine positive, der andere negative Elektricität an. Wird ein Glasstab mit einem Lappen von vulkanisirtem Kautschuk gerieben, Fig. 4, so stößt der Kautschuklappen einen negativ elektrischen Streifen vom Pyropapier ab, der Glasstab zieht ihn an.

In ihrem Verhalten gegen die Elektricität zeigen verschiedene Stoffe ein ungleiches Verhalten; sie zerfallen in **Leiter der Elektricität** (**Conductoren**) und **Nicht-Leiter** (**Isolatoren**). Die Leiter nehmen das elektrische Fluidum leicht auf und geben es leicht wieder ab, bei den Isolatoren ist dies nicht der Fall. Die einem Leiter mitgetheilte Elektricität verbreitet sich über seine ganze Oberfläche, während eine solche Ausbreitung der elektrischen Ladung bei den Isolatoren nicht stattfindet.

Die Metalle sind vorzugsweise gute Leiter, die Stoffe, von welchen oben gesagt wurde, daß sie durch Reiben elektrisch werden, sind Isolatoren.

Um auf einem Leiter Elektricität anzuhäufen, muß er von lauter Isolatoren umgeben sein. Ein Metallcylinder, welchen man elektrisch machen will, muß deshalb von Glasfüßen getragen oder an Seidenschnüren aufgehängt, d. h. er muß **isolirt** sein. Die trockene Luft, welche alle Körper umgibt, ist ein Isolator, feuchte Luft ist ziemlich gut leitend.

Der menschliche Körper ist ein Leiter der Elektricität; um ihm eine elektrische Ladung ertheilen zu können, muß er auf einem **Isolirschemel**, d. h. auf einem von Glasfüßen getragenen Bret, Fig. 5, stehen.

Wenn man einem isolirten Metallcylinder CB, Fig. 6, mittels der Elektrisirmaschine eine elektrische Ladung ertheilt, so divergiren die an seinen beiden Enden angehängten elektrischen Pendel (Kügelchen von Hollundermark an leinenen Fäden hängend). Berührt man den geladenen Cylinder unmittelbar mit der Hand oder mittels eines Metallstäbchens, so fallen die Pendel zusammen, weil die Elektricität des Cylinders durch die ihn berührenden Leiter abströmt. Wenn man aber den geladenen Cylinder CB mit einem Glas- oder Harzstab berührt, so fallen die Pendel nicht zusammen, weil weder Glas noch Harz die Elektricität des Cylinders ableiten.

Ein Körper befindet sich im natürlichen, nicht elektrischen Zustande, wenn er gleichviel positive und negative Elektricität enthält, eine elektrische Ladung erfolgt erst, wenn ihm ein Ueberschuß des einen Fluidums mit-

getheilt wird, oder wenn eine Trennung der bis dahin verbundenen elektrischen Fluida erfolgt.

Stellt man den unelektrischen, isolirten Leiter CB, Fig. 6, in die Nähe eines mit positiver Elektricität geladenen Leiters A, so wird dieser vertheilend auf die bis dahin verbundenen Elektricitäten von CB wirken, er zieht die negative nach B und treibt die positive nach C zurück. Die Pendel in B divergiren nun, weil beide mit negativer Elektricität geladen sind, die Pendel bei C aber divergiren mit positiver Elektricität.

Wenn man nun den Cylinder CB ableitend berührt, wie dies in Fig. 7 durch ein Kettchen angedeutet ist, so fallen die Pendel bei C zusammen, weil jetzt die von A abgestoßene +E entweichen kann, die Pendel bei B aber divergiren noch mehr, weil von neuem durch A angezogene —E durch die Kette zuströmen kann. Man kann die negative Elektricität in B nicht ableiten, weil sie durch die auf A befindliche +E hier zurückgehalten, gebunden wird.

Die Elektricitätserregung durch Vertheilung wird zur Construction von Elektrometern und Elektroskopen benutzt. In den Hals eines Glasgefäßes, Fig. 8, ist in einer Glasröhre steckend ein Metallstab eingesetzt, welcher unten mit einem Paar elektrischer Pendel, oben mit einer Metallplatte p oder auch mit einer Metallkugel endigt. Nähert man von oben einen (etwa positiv) elektrischen Körper, so wird die gleichnamige Elektricität in die Pendel getrieben, welche deshalb divergiren, während die ungleichnamige (in unserm Fall die —E) in die Platte gezogen und da gebunden wird. Berührt man nun, während der vertheilende Körper r in der Nähe bleibt, die Platte p ableitend mit dem Finger, so fallen die Pendel zusammen, weil nun die von r abgestoßene Elektricität entweicht. Entfernt man aber nun zunächst den ableitenden Finger und dann die vertheilende Stange r, so divergiren die Pendel aufs neue, weil nun ein Theil der bis dahin in p gebundenen Elektricität in die Pendel herabströmt, das Elektrometer ist nun geladen (und zwar in unserm Fall mit —E).

Nähert man dem geladenen Elektrometer von oben her einen mit seiner Ladung gleichnamigen elektrischen Körper, so nimmt die Divergenz der Pendel noch mehr zu, sie nimmt dagegen ab, wenn der genäherte Körper mit der Elektricität im Elektrometer ungleichnamig ist.

Die Pendel des Elektroskops, Fig. 8, sind entweder aus feinen Grashälmchen (Strohhalmelektrometer) oder aus zwei schmalen Streifen Blattgold (Goldblattelektrometer) gemacht.

Um stärkere elektrische Ladungen zu erzielen, wendet man das Elektrophor oder vorzugsweise die Elektrisirmaschine an. Das Elektrophor ist ein Harzkuchen a, Fig. 9, der entweder in eine flache Blechschüssel gegossen, oder nur auf ein mit Stanniol überzogenes Bret c gelegt ist. Der Harzkuchen wird durch Schlagen mit einem Fuchsschwanz negativ-elektrisch gemacht und dann auf denselben ein metallener Deckel b aufgesetzt, der entweder mit einem isolirenden Glasstab versehen ist oder an isolirenden Seidenfäden hängt. Setzt man den Deckel b auf den Harzkuchen a auf, so wirkt die negative Elektricität des letztern vertheilend, sie zieht die +E des Deckels an seine untere Fläche, während die abgestoßene — E sich an der obern Fläche des Deckels anhäuft. Berührt man jetzt den Deckel mit dem Finger, so entweicht die vom Harzkuchen abgestoßene — E, und im Deckel bleibt nur +E zurück, welche an der untern Deckelfläche gebunden ist, welche aber sofort frei wird, wenn man den Deckel mittels der isolirenden Schnüre aufhebt. Nähert man dem aufgehobenen Deckel den Finger, so springt ein glänzender Funken über.

Eine weit ausgiebigere Elektricitätsquelle ist die Elektrisirmaschine, deren wesentlichster Theil aus einer Glasscheibe (Scheibenmaschinen) oder einem hohlen Glascylinder (Cylindermaschinen) besteht. Fig. 10 stellt eine Scheiben-, Fig. 11 stellt eine Cylindermaschine dar.

Die um ihre horizontale Axe EI drehbare Glasscheibe S bewegt sich bei ihrer Umdrehung mit sanfter Reibung zwischen zwei Lederscheiben hindurch, welche, mit Amalgam (aus Quecksilber und Zink bestehend) überzogen und auf Holzbretchen befestigt sind. Dieses Reibzeug ist von einem Glasfuß H getragen und mit einem messingenen Conductor o versehen. Die durch Reibung positiv-elektrisch gemachte Glasscheibe gelangt nun nach weiterer Drehung zwischen die beiden Holzringe D, um hier ihrer Ladung wieder beraubt zu werden; damit sich aber auf dem Wege vom Reibzeug bis D die Elektricität nicht verliert, ist das Reibzeug mit zwei Lappen von Wachstaffet (eine isolirende Substanz) versehen, zwischen denen sich die Glasscheibe eine Strecke weit fortbewegt.

Die beiden Holzringe D stecken an der von der Glassäule G getragenen hohlen Messingkugel A, welche den Hauptconductor der Maschine bildet. Auf ihrer gegen die Glasscheibe gerichteten Seite sind diese Holzringe mit Metallspitzen versehen, welche mit dem Conductor A leitend verbunden sind. Die positiv-elektrische Glasscheibe wirkt vertheilend auf diese Vorrichtung, die angezogene —E strömt durch die Spitzen auf die Scheibe aus, während der Conductor A mit +E geladen bleibt.

Damit nun am Reibzeug stets eine lebhafte Elektricitätsentwickelung stattfinden könne, muß die —E des Reibzeugs stets abgeleitet werden, was dadurch geschieht, daß der Conductor o durch eine Metallkette mit dem Boden leitend verbunden wird.

Aus dem Conductor A kann man Funken positiver Elektricität ziehen. Wird aber A mit dem Boden leitend verbunden, während o isolirt bleibt, so gibt der Reibzeugs-Conductor o negativ-elektrische Funken.

An der Cylindermaschine, Fig. 11, finden sich im wesentlichen dieselben Theile, nur in anderer Form. Mit dem Reibzeug rr sind die kleinen Conductoren nn verbunden. Der messingene Saugcylinder vv steht mit dem Hauptconductor k der Maschine in leitender Verbindung. Der Conductor A, Fig. 10, ist mit verschiedenen Oeffnungen versehen, wie man aus Fig. 12 sieht, welche denselben im Durchschnitt darstellt. In die Höhlung rechts wird der Träger der Saugringe D eingesteckt, in die obere Oeffnung aber wird, wenn es sich um die Erzielung langer und kräftiger Funken handelt, ein Holzring eingesteckt. In die Oeffnung links kann man Drähte einstecken, die mit Messingkugeln von 1 bis 3 Centimeter Durchmesser enden, und an die man verschiedene Apparate anhängen kann.

Um ein Maß für die Ladung des Conductors zu erhalten, wird in die obere Oeffnung statt des Holzringes das Quadrantenelektrometer, Fig. 13, eingesteckt, wie man in Fig. 14 sieht. Das Pendel cd, welches aus einem das Korkkügelchen d tragenden Strohhalm besteht, wird an dem Gradbogen um so weiter aufsteigen, je stärker die Ladung ist.

Mit Hülfe der Elektrisirmaschine lassen sich die elektrischen Anziehungs- und Abstoßungs-Erscheinungen in größerm Maßstabe wiederholen. So der Korkkugeltanz Fig. 15. Ein Glascylinder ist oben und unten durch einen Deckel von Pappe geschlossen, der mit Stanniol überzogen ist. Im Innern befindet sich eine Partie

Korkkügelchen. Wird der untere Deckel mit dem Boden, der obere mit dem Conductor der gedrehten Elektrisirmaschine in leitende Verbindung gesetzt, so tanzen die Kügelchen lebhaft zwischen beiden Deckeln hin und her.

Steckt man statt des Ringes, Fig. 12, die Vorrichtung Fig. 16 in die obere Oeffnung des Conductors A, Fig. 10, so werden sich die gerade herabhängenden Papierstreifchen fächerartig ausbreiten, sobald die Maschine gedreht wird.

Der elektrische Funken ist im Stande, leicht brennbare Stoffe zu entzünden. Sehr leicht gelingt die Entzündung des Knallgases (eines Gemenges von Sauerstoff- und Wasserstoffgas) mittels der elektrischen Pistole, Fig. 17, deren Hals man mit einem Korkpfropfen schließt, nachdem man etwas Wasserstoffgas hat eintreten lassen. In der Wand des Gefäßes ist nun mittels eines isolirenden Glasröhrchens tt ein Messingdraht eingesetzt, welcher einerseits das Metallkügelchen b, andererseits das Messingkügelchen a trägt. Läßt man nun, während man das Blechgefäß in der Hand hält, einen Funken auf die Kugel b schlagen, so schlägt gleichzeitig ein solcher zwischen a und der Blechwand über, welcher das Knallgas entzündet und den Pfropfen, welcher das Gefäß verschließt, unter lautem Knalle fortschleudert.

Zur Entzündung des Schwefeläthers kann man die Vorrichtung Fig. 18 anwenden. Der Hals eines kleinen Glastrichters ist durch einen Kork geschlossen. Durch diesen Kork geht ein Metalldraht hindurch, der unten hakenförmig umgebogen, oben eine kleine Kugel h trägt. Ist diese Vorrichtung mittels eines passenden Stativs gehörig aufgestellt, so wird der Haken n durch eine Kette mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt und in den Trichter zunächst Wasser und auf dieses eine dünne Schicht Aether gegossen, und zwar so weit, daß die Kugel h eben bedeckt ist. Schlägt dann ein Funken von der Kugel l auf h über, so geräth der Aether in Flammen.

Wenn man einem isolirten Leiter eine elektrische Ladung mittheilt, so verbreitet sich dieselbe nur auf seiner Oberfläche, sie dringt nicht in sein Inneres ein, wie sich am leichtesten mittels des Apparats Fig. 19 zeigen läßt. Er besteht aus einer von einem Glasstab getragenen Hohlkugel von Messingblech, welche oben mit einer runden Oeffnung versehen ist. Wenn man die mit Elektricität geladene Kugel an irgendeiner Stelle ihrer äußern Oberfläche mit einem Probescheibchen (ein Scheibchen von Messingblech, welches an einem wohlisolirenden Stiel befestigt ist) berührt, so nimmt das Scheibchen einen Theil der Ladung auf, und wenn man dann mit dem so geladenen Scheibchen die Platte eines Elektrometers berührt, so divergiren dessen Pendel. Wenn man dagegen den Versuch so wiederholt, daß man das Probescheibchen durch die Oeffnung in das Innere der Hohlkugel einführt und mit der innern Fläche derselben in Berührung bringt, so zeigt es nun, abermals an das Elektrometer gebracht, keine elektrische Ladung mehr.

Bei der Dampf- oder Hydroelektrisirmaschine, Fig. 20, wird die Elektricität durch die Reibung des aus engen Oeffnungen ausströmenden Wasserdampfes erzeugt. Sie besteht aus einem von Glasfüßen getragenen Dampfkessel mit innerer Heizung, aus welchem der hochgespannte Dampf durch mehrere Röhren ausströmt, die durch ein mit kaltem Wasser gefülltes Behälter F hindurchgehen, welches in Fig. 21 für sich allein dargestellt ist. Die Ausströmungsöffnungen d haben die in Fig. 22 dargestellte Einrichtung. In die Mündung ist ein Holzröhrchen eingesetzt.

Der Dampf strömt gegen eine Reihe von Saugspitzen, die mit dem isolirten Conductor C verbunden sind. Ist dieser Conductor mit dem Boden leitend verbunden, so gibt der Kessel kräftige Funken negativer Elektricität, wird aber der Kessel selbst zum Boden abgeleitet, so nimmt der isolirte Conductor C eine kräftige positive Ladung an.

Auf der Oberfläche eines isolirten kugelförmigen Leiters verbreitet sich eine elektrische Ladung vollkommen gleichförmig. Auf der Oberfläche nicht kugelförmiger Leiter aber wird sich die Elektricität vorzugsweise an solchen Stellen anhäufen, welche am weitesten vom geometrischen Mittelpunkte entfernt sind. An einem Leiter von der Form Fig. 23 z. B. wird man mit Hülfe des Probescheibchens bei b und c eine weit stärkere Ladung finden als in der Mitte bei a.

Wenn man irgendeinen isolirten Leiter mit einer metallenen Spitze versieht, so findet hier eine so starke Anhäufung der Elektricität statt, daß sie fortwährend ausströmt. Setzt man eine metallene Spitze auf den Hauptconductor der Elektrisirmaschine, so kann man demselben keine merkliche Ladung mehr ertheilen, wie sehr man auch die Scheibe drehen mag, weil alle dem Conductor zugeführte Elektricität sogleich ausströmt. Die Elektricität geht nämlich zunächst von der Spitze auf die sie umgebende Luft über, die nun abgestoßen als elektrischer Wind wegströmt, wie man mit Hülfe einer Kerzenflamme, Fig. 24, nachweisen kann.

Das auf einer Stahlspitze spielende, aus Metalldrähten, die alle nach der gleichen Richtung umgebogen und zugespitzt sind, gebildete Flugrad, Fig. 25, geräth in Rotation, wenn ihm von dem Conductor der Maschine Elektricität zugeführt wird, und zwar infolge der Reaction der aus den Spitzen ausströmenden Elektricität.

Wenn man dem Conductor der Elektrisirmaschine eine zum Boden abgeleitete Metallspitze entgegenhält, so kann man demselben keine Ladung mehr beibringen.

Fig. 26 stellt einen durch einen Glasstab getragenen Metalldraht dar, welcher einerseits in eine feine Spitze ausläuft, andererseits die Metallkugel e trägt. Wenn e mit der zum Boden abgeleiteten Metallkugel f in Berührung ist und man die Spitze c dem Conductor der gedrehten Maschine nähert, so strömt aus der Spitze fortwährend —E auf den Conductor über, während die +E zum Boden abströmt. Wird aber e von f entfernt, so strömt noch fortwährend —E von der Spitze zum Conductor über, während die abströmende +E zwischen e und f in Form von Funken überspringt.

Wenn man dem ableitend berührten Conductor CB, Fig. 7, den mit +E geladenen A mehr nähert, so wird bei B mehr —E gebunden, bis endlich ein Funke zwischen B und A überspringt.

Um durch gegenseitige Bindung bedeutendere Quantitäten entgegengesetzter Elektricitäten anhäufen zu können, muß man die beiden Leiter durch einen Isolator trennen, welcher nicht so leicht durchbrochen wird, wie die Luftschicht zwischen B und A, Fig. 7, also etwa durch eine Glasscheibe, wie bei der Franklin'schen Tafel, Fig. 27 und 28. Auf jeder Seite einer wohlisolirenden Glasscheibe ist in der Mitte ein Stanniolblatt so aufgeklebt, daß das Glas ringsum etwa noch handbreit frei bleibt. Auf jeder Seite wird dann ein an einem leinenen Faden hängendes Korkkügelchen angebracht, wie es die Figur zeigt. Bringt man nun die eine Belegung der Scheibe mit dem Conductor der Elektrisirmaschine, die andere mit dem Boden in leitende Verbindung, so wird sich erstere mit +E, letztere aber mit —E laden, welche sich eben der gegenseitigen Bindung wegen hier in bedeutenderm Maße anhäufen lassen, als es sonst möglich wäre.

Hebt man nun die Verbindung der einen Seite (der rechten in Fig. 28) mit dem Conductor der Maschine auf, so steigt hier das Pendel, während es auf der andern, ableitend berührten Seite gerade herunterhängt. Es muß also auf der rechten Seite ein Ueberschuß von freier +E vorhanden sein, damit alle —E auf der linken Seite gebunden ist.

Hebt man aber nun die Verbindung der linken Seite mit dem Boden auf, während man die rechte Seite ableitend berührt, so fällt hier das Pendel herab, auf der linken Seite aber steigt das Pendel, weil jetzt hier ein Ueberschuß von —E ist. So kann man den Ueberschuß freier Elektricität abwechselnd auf der einen und dann wieder auf der andern Seite wegnehmen, und so den Apparat allmählich entladen.

Die Leydener Flasche, welche in Fig. 29, 30 und 31 in drei verschiedenen Gestalten dargestellt ist, ist eigentlich nur eine bequemere Form der Franklin'schen Tafel, denn auch hier sind zwei Metallbelegungen durch eine Glasschicht getrennt.

Um zu zeigen, daß durch die Leydener Flasche eine weit größere Anhäufung von Elektricität möglich ist, als ohne gegenseitige Bindung erzielt werden kann, bedient man sich des Arrangements Fig. 14. Die Flasche steht auf einem wohlisolirenden Harzkuchen, während die innere Belegung mit dem ein Quadrantenelektrometer tragenden Conductor der Elektrisirmaschine leitend verbunden ist. Wird die Maschine gedreht, so steigt die Kugel des Elektrometers augenblicklich, schon nach einer Umdrehung hat sie ihren höchsten Stand erreicht; wenn aber nun die äußere Belegung zum Boden abgeleitet wird, so fällt das elektrische Pendel herab und es bedarf nun 10 bis 20 Umdrehungen, bis das Pendel wieder zu seiner vorigen Höhe aufsteigt; die Flasche hat also auch eine 10 bis 20 mal so große Elektricitätsmenge aufgenommen als vorher, wo ihre äußere Belegung isolirt war.

Eine Combination von mehrern Leydener Flaschen, deren äußere Belegungen einerseits miteinander verbunden sind, während andererseits auch alle innern Belegungen in leitender Verbindung stehen, wie Fig. 32, heißt eine elektrische Batterie.

Zur Entladung einer Leydener Flasche oder einer Batterie bedient man sich des Ausladers, Fig. 33 oder Fig. 34. Letztere besteht aus einem mit Guttapercha überzogenen Kupferdraht, der an beiden Enden mit Messingkugeln versehen ist. Der Henley'sche Ausladers, Fig. 35, dient, um beliebige Körper bequem in den Schließungskreis einer Leydener Flasche einzuschalten.

Durch den menschlichen Körper geleitet bringt der Entladungsschlag der Leydener Flasche eine eigenthümliche Nervenerschütterung hervor.

Dünne Metalldrähte, durch welche man den Entladungsschlag der Leydener Flasche oder einer Batterie leitet, werden erwärmt, und wenn der Draht dünn, die Ladung aber stark genug ist, selbst glühend gemacht und zerstäubt. Den zu diesem Versuch dienenden feinen Eisen- oder Platindraht kann man zwischen den Kugeln d und f des Ausladers Fig. 35 ausspannen.

Ein Kartenblatt, welches man zwischen die hinlänglich genäherten Kugeln des Ausladers Fig. 35 bringt, wird vom Entladungsschlag der Flasche durchbohrt. Selbst Glasplatten kann man durch den Entladungsschlag durchbohren.

Auf demselben Princip wie die Leydener Flasche beruht auch der Condensator, eine Vorrichtung, welche zur Condensation der Elektricität schwacher Spannung dient. Fig. 36 stellt einen Condensator dar, welcher mit einem Goldblatt-Elektrometer verbunden ist. Auf das Elektrometer ist zunächst eine Messingplatte (die untere Condensatorplatte) aufgeschraubt, deren obere Fläche mit einer Firnisschicht überzogen ist. Auf diese Platte wird dann eine zweite, an einem isolirenden Glasstiel befestigte aufgesetzt, deren untere Fläche lackirt ist. Die beiden Metallplatten sind also jetzt durch eine isolirende Schicht getrennt, sie entsprechen also den beiden Belegungen der Franklin'schen Tafel, nur mit dem Unterschied, daß man die obere Condensatorplatte leicht abheben kann, während sich die beiden Belegungen der Franklin'schen Tafel nicht voneinander entfernen lassen.

Berührt man nun die untere Platte mit einer Elektricitätsquelle, deren Spannung nicht hinreicht, eine merkliche Divergenz der Goldblättchen zu bewirken, während man die obere Condensatorplatte ableitend mit dem Finger berührt, Fig. 37, so wird der Condensator geladen, d. h. die Elektricität jener Quelle wird an der Firnisschicht der untern Platte condensirt, während sich die entgegengesetzte E auf der untern Fläche der obern Platte anhäuft. Entfernt man zunächst den Finger von der obern, dann die Elektricitätsquelle von der untern Platte, so divergiren die Pendel, wenn man die obere Platte abhebt und dadurch die in der untern bisher gebunden gewesene E gleichsam in Freiheit setzt.

Wenn man aus dem Conductor der Elektrisirmaschine mittels eines nahegehaltenen Leiters Funken zieht, so sind dieselben glänzend weiß und geradlinig, wenn dagegen aus dem Conductor einer kräftigen Maschine Funken auf größere Entfernung überspringen, so ist ihr Licht weniger glänzend, sie erscheinen gezackt und verästelt, wie Fig. 39 zeigt. Der verästelte Funke geht in einen violetten Lichtbüschel, Fig. 42, über, wenn man auf den Conductor eine etwas abgerundete Metallspitze aufsetzt. Solche Büschel zeigt aber nur die positive Elektricität. Die ausströmende negative Elektricität erscheint als leuchtendes Sternchen.

Interessante Erscheinungen erhält man durch Vervielfältigung des Funkens.

Fig. 41 stellt eine ungefähr zollweite Glasröhre dar, welche an jedem Ende mit einer Metallfassung versehen ist. Auf dieser Röhre sind Stanniolblättchen spiralförmig so aufgeklebt, daß zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Blättchen ein Zwischenraum von 1 bis 2 Millimetern bleibt. Nähert man nun die eine Metallfassung dem Conductor der Maschine, während man die andere in der Hand hält, so springt gleichzeitig in allen jenen Zwischenräumen ein Fünkchen über, und all diese Fünkchen bilden eine glänzende Spirallinie (Blitzröhre).

Fig. 40 stellt eine Blitztafel dar. Es ist dies eine in passender Fassung aufgestellte Franklin'sche Tafel, deren vordere Belegung durch eine Reihe kreuzweise geführter Schnitte in viele rautenförmige Stückchen getheilt ist, welche nicht mehr in leitender Verbindung stehen. Wenn nun die hintere Belegung zum Boden abgeleitet, die vordere aber mit dem Conductor verbunden wird, so kann die Ladung der vordern Belegung nur dadurch erfolgen, daß der Funke, die isolirenden Zwischenräumchen überspringend, sich blitzartig verbreitet.

Im luftverdünnten Raume verbreitet sich der elektrische Funke als ein violettes Strahlenband auf weit größere Entfernungen hin als im lufterfüllten, wie sich dies mit Hülfe des elektrischen Eies, Fig. 43, zeigen läßt, welches auf die Luftpumpe aufgeschraubt und evacuirt werden kann.

Wenn man den Knopf einer mit positiver Elektricität geladenen Leydener Flasche mit einer Scheibe

von Schellack berührt und dann semen lycopodii aus einem leinenen Beutelchen auf diese Scheibe siebt, so entsteht eine Staubfigur, welche durch dendritisch sich verästelnde Strahlen gebildet wird, Fig. 44. War dagegen die innere Belegung der Flasche mit —E geladen, so entstehen nur rundliche Flecken, deren Ausdehnung weit geringer ist als die der positiven Staubfigur.

Endlich muß noch angeführt werden, daß die Intensität der elektrischen Anziehung und Abstoßung im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnimmt, d. h. in der 2fachen, 3fachen Entfernung ist sie 4 mal, 9 mal schwächer. Dies kann unter anderm mittels der Vorrichtung Fig. 38 nachgewiesen werden. Eine isolirte Metallkugel B wird mit der einen, eine kleine, an einem Schellackstiel befestigte und an einem Seidenfaden aufgehängte Messingkugel a wird mit der entgegengesetzten Elektricität geladen. Aus ihrer Gleichgewichtslage herausgebracht, oscillirt die kleine Kugel in horizontaler Ebene, und zwar um so rascher, je näher B ist. Aus der für verschiedene Entfernungen zwischen B und a beobachteten Schwingungszahl kann man auf die Intensität der Anziehung für diese Entfernungen schließen.

II. Galvanismus.

Galvani machte im Jahre 1786 die Beobachtung, daß ein Froschpräparat, Fig. 1, Taf. 10, zuckt, so oft man die Schenkelnerven durch einen metallischen Bogen mit dem Wadenmuskel in leitende Verbindung bringt; Volta aber zeigte, daß es zum Gelingen dieses Versuchs wesentlich sei, daß der metallische Bogen aus zwei verschiedenen Metallen, etwa aus Zink, Z, und aus Kupfer, C, zusammengesetzt sei. Er suchte die Ursache dieser Erscheinung in einer bei der Berührung von Zink und Kupfer stattfindenden Elektricitätsentwickelung.

Diese Elektricitätsentwickelung beim Contact zweier verschiedener Metalle suchte er mit Hülfe des Condensators zu beweisen. Berührt man die untere Fläche der untern messingenen Condensatorplatte mit einem in der einen Hand gehaltenen Zinkstäbchen, Fig. 37, Taf. 9, während man mit der andern Hand die obere Condensatorplatte ableitend berührt, so wird der Condensator geladen, und wenn man dann die obere Platte abhebt, so divergiren die Goldblättchen mit negativer Elektricität. Volta schloß daraus, daß Kupfer (oder Messing) in Berührung mit Zink negativ-elektrisch werde. Später gab man diesem Versuch eine andere Deutung, indem man den Sitz der Elektricitätserregung an die Berührungsstelle des Zinks mit der feuchten Hand verlegte. Nach dieser Theorie wird Zink in Berührung mit der Flüssigkeit negativ-, die Flüssigkeit aber positiv-elektrisch.

Daß in der That Zink in Berührung mit einer Flüssigkeit negativ-elektrisch wird, läßt sich auf folgende Weise zeigen. Auf ein Goldblatt-Elektrometer, Taf. 9, Fig. 44, wird eine Zinkplatte aufgeschraubt, welche auf keiner Seite gefirnißt ist; auf diese wird eine möglichst dünne überragende Glasplatte gelegt, auf welcher wieder eine Scheibe Löschpapier liegt. Das Löschpapier wird mit Salzwasser getränkt und dann durch einen Zinkbügel eine leitende Verbindung zwischen dem feuchten Papier und der Zinkplatte hergestellt. Hat diese kurze Zeit gedauert, so wird der Zinkbügel entfernt und die Glasplatte abgehoben; die Goldblättchen divergiren nun mit negativer Elektricität, welche nur von der Berührung des Zinkbügels mit der Flüssigkeit herrühren kann.

Wiederholt man diesen Versuch mit einer Kupferplatte und einem Kupferbügel, so erhält man eine kaum merkliche negative Ladung; die Elektricitätserregung zwischen Kupfer und Flüssigkeit ist so unbedeutend, daß wir sie hier unberücksichtigt lassen können.

Legt man auf eine Kupferscheibe eine mit Salzwasser befeuchtete Tuchscheibe, so findet also keine merkliche Elektricitätserregung statt, wird aber auf die Tuchscheibe eine Zinkplatte gelegt, Fig. 45, Taf. 9, so nimmt diese eine negative Ladung von einer Stärke an, welche wir mit —E bezeichnen wollen, während die Flüssigkeit der Tuchscheibe und die Kupferscheibe die Ladung +E annehmen.

Eine solche Combination, wie Fig. 45, nennt man ein Volta'sches Element. Wie man demselben auch Elektricität entziehen oder zuführen mag, immer bleibt das Zink um eine bestimmte Quantität, und zwar um 2 E mehr negativ elektrisch als die Flüssigkeit oder die Kupferscheibe. Wird z. B. die Kupferplatte ableitend berührt, so wird ihr die positive Ladung entzogen, und die Spannung der negativen Elektricität der Zinkplatte wird —2E, Fig. 46. Würde dem Element Fig. 45 so viel freie negative Elektricität zugeführt, daß die Ladung desselben —2E wäre, wenn gar keine Elektricitätserregung stattfände, so steigt die Ladung der Zinkplatte auf —4E. Legt man auf das Volta'sche Element, Fig. 46, ein zweites ganz gleiches in gleicher Ordnung, so verbreitet sich die Ladung —2E von der untern Zinkplatte über das ganze aufgelegte Element, und die Ladung der obern Zinkplatte, Fig. 47, wird nun —4E sein. Würde ein drittes, viertes Element aufgelegt, so würde die Spannung der freien Elektricität der obersten Zinkplatte auf 6E, 8E u. s. w. steigen. Hierauf beruht die Construction der Volta'schen Säule, Fig. 48. Nehmen wir an, dieselbe sei aus 50 Elementen aufgebaut und die unterste Kupferplatte sei ableitend berührt, so würde die Ladung der obersten Zinkplatte —100E sein. Bleibt die ganze Säule isolirt, so ist ihre elektrische Spannung in der Mitte gleich 0, und der obersten Zinkplatte ist alsdann — 50 E, die der untersten Kupferplatte ist +50E.

Die beiden Enden der Volta'schen Säule werden die Pole derselben genannt.

Nach dem Princip der Volta'schen Säule ist auch die Zamboni's trockene Säule construirt. Ein Rand unechten Goldpapiers (Kupfer) wird mit der Papierseite auf einen Bogen unechten Silberpapiers (Zink) geklebt und dann runde Scheibchen von 10 bis 40 Millimeter Durchmesser ausgeschlagen. Ein solches Scheibchen repräsentirt ein Volta'sches Element, nämlich eine dünne Kupferplatte und eine dünne Zinnplatte (Zinn wirkt fast wie Zink) und zwischen beiden eine Papierscheibe, welche immer etwas hygroskopische Feuchtigkeit enthält. Von solchen Scheibchen kann man nun eine Säule aufbauen, was am bequemsten geschieht, wenn man sie stets in gleicher Ordnung in eine unten mit einer Messingfassung geschlossenen Glasröhre schichtet und dann, wenn die Füllung vollendet ist, die Glasröhre oben durch eine gleiche Messingfassung schließt. Die beiden Fassungen Z und K, Fig. 2, Taf. 10, bilden die beiden Pole der trockenen Säule.

Solche trockene Säulen zeigen sehr starke Spannungserscheinungen, da man leicht solche von mehreren Hunderten oder Tausenden von Scheibchen aufbauen kann.

Das elektrische Perpetuum-mobile, Fig. 3, Taf. 10, besteht aus zwei Zamboni'schen Säulen, jede von ungefähr 2000 Paaren. Bei der einen ist der negative, bei der andern ist der positive Pol nach oben gerichtet, während die beiden untern Pole durch einen Metallstreifen verbunden sind, sodaß das System eine ring-

ule von 4000 Plattenpaaren darstellt. In der Mitte ischen den beiden obern Polen ist ein ganz leichtes tallisches Pendel leicht beweglich und isolirt aufgeugt, welches zwischen den beiden Polen beständig hin d her oscillirt.

Bennet's Säulenelektrometer, Fig. 4, besteht s zwei kleinen Zamboni'schen Säulen, welche übrigens nso arrangirt sind, wie beim Apparat Fig. 3. Zwin den beiden oberen Polen befindet sich ein isolirt gehängtes Goldblättchen, welches nach dem positiven r negativen Pol ausschlägt, wenn ihm eine negative r positive Ladung ertheilt wird. Fig. 5 stellt eine ckmäßigere Form des Säulenelektrometers dar.

Während die trockene Säule starke Spannungseffecte vorbringt, zeigt sie kaum Spuren der kräftigen Strowirkungen, welche auftreten, wenn die Volta'e Säule geschlossen, d. h. wenn der positive negative Pol derselben in leitende Verbindung gecht wird.

Durch diesen Verbindungsbogen strömt dann beständig die positive Elektricität nach dem negativen, die gative nach dem positiven Pol hin ab, während die trömende Elektricität durch die elektromotorische Kraft der Säule sogleich wieder ersetzt wird, sodaß in der ule stets +E dem positiven und —E dem negativen le zuströmt.

Um kräftige Stromeswirkungen zu erhalten, ist die sprüngliche Form der Volta'schen Säule wenig geget. Man hat deshalb die Form der Elemente elfach abgeändert, und Fig. 6 stellt das Schema r Volta'schen Elemente dar, wie sie jetzt meistens nutzt werden. In das gesäuerte Wasser eines Glasgefäßes ist eine Zinkplatte und ihr gegenüber ne Kupferplatte eingetaucht, ohne daß die beiden latten sich metallisch berühren. Um nun solche Elemente zur Säule zu verbinden, wird die Zinkplatte ines jeden Bechers mit der Kupferplatte des vorhergehenden leitend verbunden, wie Fig. 7 andeutet. Die reie Zinkplatte des ersten Bechers bildet den negativen, die freie Kupferplatte des letzten bildet den positiven Pol.

Um eine möglichst große wirksame Zinkfläche zu erhalten, wird die Kupferplatte eines jeden Elements um die Zinkplatte herumgelegt, Fig. 49, Taf. 9, und die Berührung zwischen der Kupferplatte und der Zinkplatte durch zwischengelegte Holzstückchen verhindert. Eine aus solchen Elementen zusammengesetzte Säule wird nach ihrem Erfinder eine Wollaston'sche genannt. Bei allen Säulen, bei welchen Zink und Kupfer in dieselbe Flüssigkeit (verdünnte Schwefelsäure) eingetaucht sind, nimmt die Stromstärke sehr rasch ab. — Es wird dies vermieden, wenn die Kupferplatte in eine Lösung von Kupfervitriol eingetaucht ist, während die Zinkplatte allein in verdünnte Schwefelsäure eintaucht. Solche Säulen mit zweierlei Flüssigkeit werden constante Säulen oder Batterien genannt. Die eben besprochene Combination aber heißt die Daniell'sche oder Becquerel'sche Säule. Zur Trennung der beiden Flüssigkeiten dient eine poröse Thonzelle. Fig. 50, Taf. 9, stellt ein Daniell'sches Element dar. In dem Glasgefäß V befindet sich verdünnte Schwefelsäure, in welche eine cylinderförmig gebogene Zinkplatte eingetaucht ist. Innerhalb des hohlen Zinkcylinders steht eine poröse Thonzelle, welche mit einer Lösung von Kupfervitriol gefüllt ist, welche endlich die gleichfalls cylindrisch gebogene Kupferplatte aufnimmt.

Bei der Grove'schen Batterie ist die Kupferplatte durch Platin, bei der Bunsen'schen ist sie durch einen aus harter Kohlenmasse gebildeten Cylinder ersetzt. Das Platin sowol wie die Kohle stehen in concentrirter Salpetersäure. Die constante Zinkplatinsäule sowol wie die Zinkkohlensäule wirken ungleich kräftiger wie die Zinkkupfersäule. Fig. 51 stellt ein Bunsen'sches Zinkkohlenelement dar.

Fig. 8, Taf. 10, stellt eine aus fünf Bunsen'schen Bechern zusammengesetzte Säule dar.

Zu manchen Zwecken braucht man eine Säule von vielen kleinern Bechern, zu andern Zwecken aber braucht man Säulen von wenigen aber großen Plattenpaaren. Um nun alle diese Zwecke mit einer gegebenen Anzahl von mittelgroßen Bechern zu erreichen, kann man dieselben in verschiedener Weise combiniren, wie dies durch die schematischen Figuren, Fig. 52—55, Taf. 9, erläutert wird. Fig. 52 stellt 8 Becher dar, welche zur Säule verbunden sind. Fig. 54 stellt eine Säule von 4 Plattenpaaren dar, von denen jedes durch zwei Becher gebildet wird. Fig. 53 ist eine Säule von zwei vierfachen Plattenpaaren. In Fig. 55 endlich sind 8 Becher zu einem einzigen Plattenpaar verbunden.

III. Wirkungen des Stroms auf die durchströmten Leiter.

Wenn man den elektrischen Strom durch einen Metalldraht leitet, so wird derselbe erwärmt, und zwar um so stärker, je stärker der Strom und je dünner der Draht ist. Um die Gesetze dieser Erwärmung zu untersuchen, wendet man die Vorrichtung Fig. 9, Taf. 10, an. Der dünne Metalldraht, welcher der Untersuchung unterworfen werden soll, ist mit seinen beiden Enden an dickern Zuleitungsdraht angelöthet und befindet sich im Innern eines mit Weingeist gefüllten Gefäßes. Ein in den Weingeist eingetauchtes Thermometer liefert ein Maß für die durch einen elektrischen Strom im Draht entwickelte Wärmemenge. Schlechtleitende Metalldrähte werden stärker erwärmt als gutleitende. Ist die Stromstärke bedeutend genug, so erfolgt ein Erglühen der Drähte. Schaltet man in den Schließungsbogen einer hinlänglich starken Säule eine Kette, Fig. 10, ein, welche abwechselnd aus Stücken von Platin- und von Silberdraht besteht, so werden die Platinstücke glühend, während die Silberstücke noch dunkel bleiben.

Wenn man zwei Spitzen von Gaskohle, Fig. 11, von welchen die eine mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pole einer Säule von mindestens 40 Bunsen'schen Bechern verbunden ist, in Berührung bringt, so entsteht ein blendendes Licht. Man kann alsdann die weißglühenden Polspitzen wieder etwas auseinanderziehen, und es geht alsdann ein Lichtbogen zwischen ihnen über. Man hat dieses elektrische Licht zur Beleuchtung von Theatern und Sälen, zu objectiven und mikroskopischen Darstellungen u. s. w. benutzt.

Wenn die Kohlenspitzen, zwischen denen der Flammenbogen übergeht, von einem Kasten mit undurchsichtigen Wänden umgeben sind, in dessen vorderer Seite sich ein entsprechendes Linsensystem befindet, so wird dasselbe auf einem passend aufgestellten Schirme ein vergrößertes Bild der glühenden Kohlenspitzen und des Flammenbogens entwerfen, wie Fig. 12 zeigt. Man beobachtet dann, daß der positive Pol ausgehöhlt erscheint, und daß fortwährend ein Strom glühender Kohlentheilchen vom positiven zum negativen Pol übergeht. Die Wärmeentwickelung ist übrigens am positiven Pole stärker als am negativen, sie genügt um Platin- und Eisendrähte zu schmelzen.

Wenn man den galvanischen Strom durch chemisch zusammengesetzte Flüssigkeiten leitet, so werden dieselben, insofern sie überhaupt den Strom zu leiten im Stande sind, in ihre Bestandtheile zerlegt. Versieht man jeden

der beiden Poldrähte einer Säule von ungefähr 6 Bunsen'schen Bechern mit einer Platinplatte, taucht man dann die beiden Platinplatten, ohne daß sie sich berühren, in gesäuertes Wasser, so steigen an beiden Platten Gasbläschen auf. Fängt man das aufsteigende Gas in Glasröhren auf, die mit Wasser gefüllt über die Polplatten gestülpt sind, Fig. 13, so zeigt sich bald, daß von der negativen Polplatte doppelt so viel Gas aufsteigt als von der positiven, und eine Untersuchung der Gase zeigt, daß sich an der negativen Platte Wasserstoffgas, an der positiven aber Sauerstoffgas entwickelt. Fig. 14 zeigt einen Wasserzersetzungsapparat, bei welchem die entwickelten Gase nicht getrennt aufgefangen werden, sondern vermengt als Knallgas durch dieselbe Glasröhre entweichen. Man kann das aus diesem Rohr entweichende Gas in einer graduirten Röhre, Fig. 15, auffangen. Die Menge des in einer gegebenen Zeit, etwa in 1 Minute, entwickelten Gases ist ein Maß für die Stärke des Stroms. Ein Wasserzersetzungsapparat, Fig. 14, verbunden mit dem graduirten Rohr, Fig. 15, bildet ein **Voltameter**.

Davy hat durch den galvanischen Strom zuerst Kali zerlegt, und zwar scheidet sich dabei Sauerstoff am positiven, Kalium am negativen Pole aus. In gleicher Weise werden auch die andern Alkalien und Erden in Sauerstoff und in Metall zerlegt.

Geschmolzene Chlormetalle werden durch den Strom in Chlor (am + Pol) und Metall (am — Pol) zerlegt.

Die Lösung eines Alkalisalzes (z. B. des Glaubersalzes) wird durch den Strom so zerlegt, daß sich am + Pol Sauerstoff und die Säure, am — Pol Wasserstoff und die Basis ausscheidet. Um dies zu zeigen, gießt man die durch Malventinctur gefärbte Salzlösung in eine Glasröhre von der Form Fig. 16, und taucht die aus Platin bestehenden Polplatten in die beiden Schenkel ein. Die Lösung am + Pol färbt sich alsbald roth (durch den Einfluß der freigewordenen Säure), am — Pol aber grünlich (durch die Basis).

Anders verhalten sich die Lösungen der Salze schwerer Metalle, aus ihnen scheidet sich am negativen Pol das reine Metall aus. So schlägt sich z. B. aus einer Lösung von Kupfervitriol am — Pol metallisches Kupfer nieder. Dieser Kupferniederschlag, welcher sich von dem metallischen — Pol leicht ablösen läßt, wird in der **Galvanoplastik** benutzt. Mittels der Galvanoplastik werden kupferne Copien von beliebigen Gegenständen, z. B. von Münzen dargestellt. Von dem zu copirenden Gegenstand wird zunächst ein Abdruck in Wachs oder Guttapercha genommen und dessen Oberfläche durch Graphit leitend gemacht, welcher dann in eine Lösung von Kupfervitriol eingetaucht wird. Die Graphitschicht wird dann mit dem negativen Pol eines Bunsen'schen Bechers, Fig. 17, verbunden und ihr gegenüber eine Kupferplatte eingehängt, welche mit dem + Pol des Bechers verbunden wird. Es scheidet sich nun auf der mit Graphit überzogenen Form eine Schicht von Kupfer ab, welche nach ein bis zwei Tagen dick genug ist, um abgenommen werden zu können, und welche eine genaue kupferne Copie des ursprünglichen Originals ist.

Wendet man statt der Lösung von Kupfervitriol die Lösung eines Silber- oder Goldsalzes an, so wird sich auf einer metallischen Oberfläche, welche mit dem — Pol verbunden in die Lösung herabhängt, Silber oder Gold ausscheiden, wenn der Strom durch die Lösung hindurchgeht. Darauf beruht die **galvanische Versilberung und Vergoldung**.

IV. Elektromagnetismus und Elektrodynamik

Wenn ein durchströmter Leitungsdraht in der Nähe einer Magnetnadel vorübergeführt wird, so wird dieselbe aus ihrer durch den Erdmagnetismus bedingten Gleichgewichtslage abgelenkt. Fig. 18, Taf. 10, stellt einen quadratisch gebogenen Bügel von Kupferdraht dar, welcher so aufgestellt wird, daß die Ebene des Quadrats mit der Ebene des magnetischen Meridians zusammenfällt. In der Mitte der horizontalen Seite cd ist über und unter dem Kupferstreifen eine Stahlspitze angebracht, auf welcher eine Magnetnadel spielt. In gleicher Weise spielt eine Magnetnadel über dem horizontalen Arm fg. Solange das Kupferblech nicht durchströmt ist, bleiben die Nadeln im magnetischen Meridian, schraubt man aber bei b den positiven, bei g den negativen Pol einer Säule ein, so werden die Nadeln abgelenkt, und zwar in der durch die gefiederten Pfeile angedeuteten Richtung wenn S nach Süden, N nach Norden schaut.

Eine umströmte Magnetnadel wird stets so abgelenkt, daß ihr Südpol nach derjenigen Seite hinschaut, von welcher aus gesehen der Strom in der Richtung circulirt, wie der Zeiger einer Uhr.

Die Ablenkung der Magnetnadel wird benutzt, um galvanische Ströme nachzuweisen und zu messen.

Um stärkere Ströme zu messen, dient die **Tangentenbussole**, Fig. 19, ein Ring von Kupfer, welcher in zwei isolirt nebeneinander herlaufenden Kupferstreifen ab und cd endet. In der Mitte dieses in der Ebene des magnetischen Meridians vertical aufgestellten Ringes befindet sich eine Bussole, deren Nadel anzeigt, wenn kein Strom durch den Ring hindurchgeht. Sobald aber der Ring durchströmt wird, findet eine Ablenkung der Nadel statt, und zwar ist die Stromstärke der Tangente des Ablenkungswinkels proportional, daher der Name des Instruments.

Um schwache galvanische Ströme nachzuweisen, wendet man den **Multiplicator (Galvanometer)**, Fig. 20, an. Er besteht aus einer, an einem Cocon-faden aufgehängten Magnetnadel, um welche ein mit Seide übersponnener Kupferdraht in vielen Windungen herumgeführt ist. Um das Instrument empfindlicher zu machen, wird statt einer Nadel ein astatisches Nadelpaar angewandt. Die untere Nadel desselben befindet sich in der Höhlung der Windungen, die andere hängt über denselben. Die obere Nadel bewegt sich über einem getheilten Kreise hin, auf welchem man die Größe der Ablenkung abliest. Je nach Umständen muß man einen Multiplicator mit vielen Windungen (bis zu 40000) sehr dünnen Drahtes, oder einen solchen anwenden, welcher nur aus wenigen (30 bis 40) Windungen eines dickern Drahtes gebildet ist.

Eine andere Form des Multiplicators ist das **Spiegelgalvanometer**, Fig. 24, Taf. 8. Der schon früher besprochene, mit einem Spiegel versehene Magnetometerstab ist mit einer Reihe von Multiplicatorwindungen umgeben. Wenn diese von einem schwachen Strom durchlaufen werden, erfolgt eine freilich nicht bedeutende Ablenkung des Magnetstabes, durch die Spiegelablesung wird aber schon die geringste Ablenkung meßbar.

Wenn man um einen Stab von weichem Eisen einen mit Wolle übersponnenen Kupferdraht in vielen Windungen herumwickelt und dann einen galvanischen Strom durch diese Windungen hindurchsendet, so wird das Eisen magnetisch; es verliert aber seinen Magnetismus augenblicklich wieder, sobald der Strom aufhört das Eisen zu umkreisen. Solche temporäre Magnete nennt man **Elektromagnete**.

Statt den Draht unmittelbar auf das Eisen aufzuideln, ist es zweckmäßiger, ihn auf eine Spule von olz oder Pappendeckel aufzuwickeln und so eine Magtisirungsspirale, Fig. 21, Taf. 10, herzustellen welche der Eisenstab eingeschoben wird.

Die Polarität eines solchen Elektromagnets folgt n durch Fig. 22 erläuterten Gesetz.

Der Magnetismus der Elektromagnete ist ungleich ker, als man ihn je in permanenten Stahlmagneten ielen kann. Fig. 23 zeigt einen kleinen hufeisenförgen Elektromagnet.

In vielen Fällen ist es nothwendig, daß beide Pole s Elektromagnets nach oben gekehrt sind, wie dies dem großen Elektromagnet, Fig. 24, der Fall ist. e Spirale eines jeden Schenkels ist hier aus drei ücken zusammengesetzt, deren jedes 18 bis 20 Pfund pferdraht enthält.

Zu den wichtigsten Anwendungen des Elektromagtismus gehört ohne Zweifel die elektrische Tegraphie. Nachdem man einmal die Erfahrung geicht hatte, daß der elektrische Strom sich in den gsten Leitungsdrähten mit momentaner Geschwindigt fortpflanzt, versuchte man verschiedene Stromwirgen zur Signalisirung in die Ferne anzuwenden, er nur die magnetischen zeigten sich praktisch anwendr, namentlich aber der Elektromagnetismus.

Fig. 25 stellt Morse's Drucktelegraph dar. ber den Polen des Elektromagnets b schwebt, von m Hebel dd getragen, der eiserne Stab cc. Sobald n Strom durch die Windungen des Elektromagnets b hindurchgeht, werden seine Eisenkerne magnetisch nd ziehen den Anker cc herab, wodurch dann ein Stahlstift, welcher am linken Ende des Hebels dd befigt ist, gehoben wird. Sobald der Strom in b nterbrochen wird, wird aber der Hebel d sammt dem Stahlstift durch die Feder f wieder zurückgezogen. Dem Stifte bei d links gegenüber befindet sich nun ein Papierstreifen, welcher mit gleichförmiger Geschwindigkeit zwischen den Messingrollen r und h nach links fortgezogen wird, wenn diese Rollen durch ein Uhrwerk in Umdrehung gesetzt werden. Wird nun der Stift bei d links nach oben gedrückt, so preßt er die entsprechende Stelle des Papierstreifens in eine hinter demselben befindliche Rinne der Rolle r hinein, wodurch im Papier ein bleibender Eindruck gemacht wird. Wird der Strom des Elektromagnets nur momentan geschlossen, so wird auf diese Weise ein Punkt auf dem Papierstreifen markirt, ein Strich dagegen, wenn die Schließung etwas länger dauert.

Sind nun die Zuleitungsdrähte des Elektromagnets b zu einer meilenweit entfernten Station fortgeführt, an welcher eine galvanische Säule aufgestellt ist, so wird durch eine an jener entfernten Station ausgeführte momentane Schließung des Stroms auf dem Papierstreifen des Schreibapparats ein Punkt markirt, oder ein Strich, wenn die Schließung etwas länger dauert. Aus Punkten und Strichen ist nun das Alphabet zusammengesetzt; so bezeichnet z. B.

— · ·· —·—· ·—· —·· —— —· —

a e i o u b m n t

Um leicht und sicher den Strom schließen und öffnen zu können, dient der Schlüssel, Fig. 26. Die Verbindung zweier Stationen wird durch Fig. 27 erläutert. Wenn der Schlüssel der Station rechts niedergedrückt wird, so geht der Strom der Säule b durch diesen Schlüssel und den Leitungsdraht zum Schlüssel der andern Station, von diesem durch den Schreibapparat m' zur Bodenplatte P', um dann durch den feuchten Boden, welcher den zweiten Leitungsdraht ersetzt, zu der Station rechts zurückzukehren.

Auch als Triebkraft hat man den Elektromagnetismus zu benutzen gesucht und hoffte sogar die Dampfmaschinen durch elektromagnetische Motoren ersetzen zu können, ohne jedoch praktisch brauchbare Resultate zu erzielen. Von den mannichfachen Formen elektromagnetischer Motoren mag hier beispielshalber nur eine betrachtet werden.

Vier starke Elektromagnete A, B, C und D, Fig. 28 und 29, sind in einem Gestell von Gußeisen so befestigt, daß jeder einen Winkel von 60° mit dem folgenden macht. Zwischen diesen Elektromagneten befindet sich ein System von zwei gußeisernen, auf derselben horizontalen Umdrehungsaxe befestigten Rädern, welche auf ihrem Umfang 8 Stäbe M von weichem Eisen tragen, deren jeder um 45° vom folgenden absteht. Der Strom geht nun nicht gleichzeitig durch die Umwindungen aller 4 Elektromagnete, sondern der Reihe nach erst durch die Umwindungen von A und B, dann durch die von D, nachher durch die von C u. s. w. Der Gang der Maschine wird durch Fig. 29 erläutert.

Wie der galvanische Strom ablenkend auf eine bewegliche Magnetnadel wirkt, so wirkt er auch ablenkend auf einen beweglich aufgehängten galvanisch durchströmten Leitungsdraht, wie dies Ampère gezeigt hat, welcher damit die Lehre von der gegenseitigen Einwirkung der galvanischen Ströme, die Elektrodynamik, begründet hat. Fig. 30 zeigt das Ampère'sche Gestell in einfachster Form. Zwei voneinander isolirte Metallsäulen tragen zwei Quecksilbernäpfchen, in welche ein rectangulär gebogener Leiter so eingehängt ist, daß er sich frei drehen kann. Wird nun der positive Poldraht einer Säule in dem vordern, der negative im hintern Säulchen eingeschraubt, so wird der bewegliche Leiter durchströmt, wie die Pfeile andeuten. Der so durchströmte Leiter wird nun zunächst durch den Erdmagnetismus gerichtet, er stellt sich rechtwinkelig zum magnetischen Meridian. Stellt man nun dem beweglichen Leiter einen andern Leitungsdraht so gegenüber, wie die Figur zeigt, so wird Anziehung oder Abstoßung stattfinden, je nachdem der Strom in rs aufsteigt oder niedergeht.

Es folgt daraus, daß parallele gleichgerichtete Ströme sich anziehen, während parallele entgegengesetzt gerichtete Ströme sich abstoßen.

Die Anziehung paralleler Ströme wird auch durch den Apparat Fig. 34 erläutert. Ein Spirale von Kupferdraht ist so aufgehängt, daß ihre untere Spitze eben in ein Quecksilbernäpfchen eintaucht. Ist nun das Quecksilbernäpfchen mit dem einen Pol einer Säule verbunden, während vom andern ein Draht zur Klemmschraube K führt, so sind alle Windungen der Spirale in gleicher Richtung durchströmt, sie ziehen sich an, dadurch wird die Spirale verkürzt und die Spitze aus dem Quecksilber herausgezogen, also der Strom unterbrochen. Die Spitze sinkt wieder in das Quecksilber herab und dasselbe Spiel beginnt aufs neue.

Fig. 35, Taf. 7, stellt zwei Bandspiralen dar, d. h. Spiralen, deren jede aus einem Streifen dünnen Kupferblechs so aufgewunden ist, daß die einzelnen Windungen durch Seiden- oder Baumwollenband voneinander isolirt sind, und deren jede an zwei Streifen von Kupferband hängt, durch welche der Strom zu- und abgeleitet wird. Sind die Spiralen entgegengesetzt durchströmt, so stoßen sie einander ab, sie fahren also auseinander; sind sie aber in gleicher Richtung durchströmt, so ziehen sie einander an, sie klappen also zusammen, selbst wenn man die obern Enden der Aufhängebänder um 2—3 Zoll auseinanderhält.

Hängt man in das Ampère'sche Gestell, Fig. 30,

Taf. 10, statt des rectangulären Leiters den Schraubendraht (Solenoid), Fig. 31, auf, so verhält sich dieser ganz wie eine Magnetnadel, wenn ein galvanischer Strom ihn durchläuft; seine Axe stellt sich in den magnetischen Meridian, und einem Magnetstab gegenüber verhält sich das eine Ende des durchströmten Schraubendrahts wie ein Nordpol, das andere Ende wie ein Südpol.

Eine durchströmte Magnetisirungsspirale, Fig. 21, wirkt auf den durchströmten und beweglich aufgehängten Schraubendraht, Fig. 31, wie ein Magnetstab.

Es findet also vielfache Analogie statt zwischen einem Magnetstab und einer durchströmten Spirale, und darauf baut Ampère seine Theorie des Magnetismus, derzufolge die Erscheinungen des Magnetismus zurückzuführen sind auf die gegenseitige Einwirkung galvanischer Ströme.

Nach Ampère hat man sich jedes Eisenmolecul als beständig von einem elektrischen Strome umkreist zu denken. Ein Eisenstab ist bis zu seinem Maximum magnetisirt, wenn alle Molecularströme eines jeden Querschnitts einander parallel gerichtet sind, wie dies Fig. 32 anschaulich macht; der Stab verliert seinen Magnetismus mehr und mehr, wenn die Elementarströme aus der parallelen Anordnung mehr und mehr in eine regellose gegenseitige Lage übergehen, bei welcher sich die Wirkungen nach außen hin nicht mehr summiren, sondern gegenseitig aufheben.

Statt aller der elementaren parallelen Ströme des Querschnitts eines Magnetstabes, wie sie in Fig. 32 dargestellt sind, kann man sich diesen Querschnitt von einem einzigen Strome umkreist denken, welcher die Resultirende aller elementaren Ströme ist, und somit läßt sich ein Magnetstab als ein System unter sich paralleler geschlossener Ströme denken, wie es Fig. 33 anschaulich macht.

V. Thermo-elektrische Ströme.

Wenn ein geschlossener metallischer Ring aus zwei oder mehrern verschiedenen Metallen zusammengesetzt ist, so kann kein Strom entstehen, solange alle Löthstellen gleiche Temperatur haben. Sobald aber eine Löthstelle erwärmt wird, während die andern kalt bleiben, entsteht sogleich ein Strom, welcher seines Ursprungs wegen als thermo-elektrischer Strom bezeichnet wird.

In Fig. 36, Taf. 10, stellt po einen Wismutstab dar, auf welchem ein kupferner Bügel mn aufgelöthet ist. In der Mitte des Raums, welcher zwischen beiden bleibt, ist eine Stahlspitze angebracht, welche eine Magnetnadel trägt. Wird nun der Apparat so aufgestellt, daß die Längskanten von po in der Richtung des magnetischen Meridians liegen, so stellt sich die Magnetnadel in der Mitte des Bügels ein. Sobald aber eine der Löthstellen, etwa o erwärmt wird, erfolgt eine Ablenkung der Nadel.

Noch leichter lassen sich die thermo-elektrischen Ströme mit Hülfe der Vorrichtung Fig. 35 nachweisen. An einen Wismutstab ist an einem Ende der Kupferstreifen ca, am andern Ende der Kupferstreifen bd angelöthet. Wird nun c mit dem einen, d mit dem andern Ende der Drahtwindungen eines Multiplicators in Verbindung gebracht, so erfolgt eine Ablenkung der Multiplicatornadel, sobald die eine der beiden Löthstellen, etwa die bei a, erwärmt wird.

Die verschiedenen Metalle lassen sich in eine Reihe ordnen, welche die Eigenschaft hat, daß, wenn man aus zwei Metallen dieser Reihe einen geschlossenen Ring bildet und eine Löthstelle erwärmt, alsdann der positive Strom an der erwärmten Stelle von dem in der Reihe höher stehenden Metall zu dem tiefer stehenden geht. Folgendes ist eine solche thermo-elektrische Spannungsreihe:

Wismut,	Kupfer,
Platin,	Eisen,
Kupfer,	Antimon.

Bei gleicher Temperaturdifferenz ist der elektrische Strom, welchen die Combination zweier Metalle erfert, um so stärker, je weiter sie in der thermo-elektrischen Spannungsreihe auseinanderstehen. So ist z. B. eine Combination von Wismut und Antimon einen stärkern Strom geben als eine solche von Wismut und Kupfer.

Zwei Stücke verschiedener Metalle bilden, wenn sie zusammengelöthet werden, ein thermo-elektrisches Element. So wie mehrere Volta'sche Elemente zu einer Säule verbunden werden können, so können auch mehrere thermo-elektrische Elemente zu einer thermo-elektrischen Säule verbunden werden. Fig. stellt eine aus 4 Wismut-Antimon-Elementen zusammengesetzte thermo-elektrische Säule dar. Die [illegible] Thermosäule, deren äußere Ansicht Fig. 16, Taf. darstellt, ist aus 15 in einer Verticalebene liegenden Thermo-Elementen zusammengesetzt. Die Thermosäule Fig. 59, Taf. 6, besteht aus 25 Wismut-Antimon-Elementen, welche zu einem quadratischen Bündel zusammengefaßt sind.

Wenn nun an einer thermo-elektrischen Säule die Löthstellen 1, 3, 5, 7 u. s. w. erwärmt werden, während die auf der andern Seite liegenden Löthstellen 2, 4, 6, 8 u. s. w. kalt bleiben, so entsteht ein Strom, welcher n mal stärker ist als der eines einzelnen Elements, wenn die Säule aus n Elementen gebildet ist.

Wir haben schon oben Seite 32 gesehen, wie solche aus Wismut-Antimon-Elementen gebildete Säulen zu Untersuchungen über strahlende Wärme benutzt werden.

Diese Säulen, welche dazu dienen, geringe Temperaturdifferenzen merklich zu machen, können nicht zur Erzeugung starker Ströme verwendet werden, weil sie bedeutender Erhitzung eine Schmelzung eintritt. Zur Erzeugung starker thermo-elektrischer Ströme muß man Metalle wählen, welche nicht so leicht schmelzen. So stellt z. B. Fig. 38, Taf. 10, die Marcus'sche Thermosäule dar, welche aus Streifen von Neusilberblech und Stäben einer Legirung von Zink und Antimon gebildet ist. Die obern Verbindungsstellen werden durch Weingeist- oder Gasflammen erwärmt, während die untern in kaltes Wasser eingetaucht sind.

Die thermo-elektrischen Ströme bringen alle Wirkungen gewöhnlicher galvanischer Ströme nur in ungleich schwächerm Maße hervor.

VI. Inductionsströme.

Fig. 33, Taf. 7, stellt eine Magnetisirungsspirale dar, welche aus etwas dickem übersponnenem Kupferdraht gebildet ist, und welche in der Höhlung eine ähnlichen Spirale A steckt, die aus viel mehr Windungen eines weit dünnern übersponnenen Kupferdrahts gebildet ist.

Die Spirale B heißt die Haupt-, A heißt die Nebenspirale. Die Drahtenden a und b der Nebenspirale sind durch Leitungsdrähte mit den Drahtenden des entfernt aufgestellten Multiplicators M verbunden. Von dem einen Pole n eines Bunsen'schen Bechers führt ein Leitungsdraht zu dem Drahtende d der Hauptspirale, vom Pol p führt ein Draht zu einem Quecksilbernäpfchen. Sobald nun ein Draht, welcher an dem Drahtende c der Hauptspirale befestigt ist

gleichfalls in das Quecksilbernäpfchen eingetaucht wird, bildet die Hauptspirale den Schließungsbogen des Bechers, es circulirt nun ein Strom in der Hauptspirale B.

In dem Moment, in welchem dieser Strom entsteht, wird auch ein Strom im Nebendraht A inducirt, wie man aus der Ablenkung der Nadel des Multiplicators M ersieht. Wenn aber der Hauptstrom in B geschlossen bleibt, so kehrt die Multiplicatornadel nach einigen Schwankungen wieder in ihre Gleichgewichtslage zurück, der continuirliche Strom der Hauptspirale bleibt also ohne Wirkung auf die Nebenspirale.

Zieht man nun, nachdem die Multiplicatornadel zur Ruhe gekommen ist, das von c kommende Drahtstück wieder aus dem Quecksilbernäpfchen heraus, um den Strom im Hauptdraht B zu unterbrechen, so erfolgt ein abermaliger Ausschlag der Multiplicatornadel, aber nach einer Richtung, welche der des ersten Ausschlags entgegengesetzt ist. Beim Schließen des Hauptstroms wird im Nebendraht ein entgegengesetzt gerichteter, beim Oeffnen (Unterbrechen) des Hauptstroms wird ein ihm gleichgerichteter Strom im Nebendraht inducirt.

Ist p mit c und n mit d durch hinlänglich lange Drähte verbunden, so kann man die durchströmte Hauptspirale nach Belieben in die Nebenspirale einschieben und sie nachher wieder herausziehen. Beim Einschieben der durchströmten Hauptspirale wird ein entgegengesetzt gerichteter, beim Herausziehen wird ein gleichgerichteter Strom im Nebendraht inducirt.

Das Einschieben und Ausziehen eines Magnetstabes in und aus der Spirale A, Fig. 34, wirkt wie das Einschieben und Ausziehen der durchströmten Hauptspirale B, Fig. 33.

Die Inductionsströme bringen die gleichen Wirkungen hervor, wie die galvanischen Ströme, besonders ausgezeichnet aber sind ihre physiologischen Wirkungen. Wenn man an dem Apparat, Fig. 33, den Multiplicator M entfernt und statt dessen in a und b metallene Handgriffe einsetzt, welche an metallenen Schnüren hängen, wie solche an dem Apparat Fig. 43, Taf. 7, angebracht sind, so wird man bei jeder Oeffnung und bei jeder Schließung des Hauptstroms einen Schlag fühlen, ähnlich dem Entladungsschlag einer Leydener Flasche, wenn man den einen Handgriff in die rechte, den andern in die linke Hand nimmt. Diese Schläge werden bedeutend verstärkt, wenn ein Bündel dünner Eisendrähte in die Höhlung der Hauptspirale eingeschoben wird. Uebrigens sind die Oeffnungsschläge heftiger als die Schließungsschläge.

Um Oeffnungs- und Schließungsschläge in rascher Aufeinanderfolge durch den Körper senden zu können, hat man verschiedene Unterbrechungsvorrichtungen construirt, welche zwischen dem Volta'schen Becher und der Hauptspirale eingeschaltet werden. Wenn das Unterbrechungsrad, Fig. 36, eingeschaltet ist, so erfolgt eine Unterbrechung und Wiederschließung des Hauptstroms, so oft beim Drehen des gezahnten Metallrades z die Metallfeder b von einem Zahn zum andern überspringt. Bei dem magnetischen Hammer, Fig. 37, erfolgt die Oeffnung und Schließung des Stroms bei c in folgender Weise: Wenn der Strom durch die Windungen des kleinen Elektromagnets hindurchgeht, so wird der Eisenkern magnetisch und zieht den eisernen Anker n herab, welcher auf einer Messingfeder befestigt ist; dadurch wird aber auch das Platinplättchen herabgezogen, auf welchem die Platinspitze c aufsitzt, und somit der Strom unterbrochen. Infolge davon verliert sich der Magnetismus, die Messingfeder schnellt wieder in die Höhe, und das Platinplättchen kommt wieder mit der Platinspitze in Berührung, der Strom ist geschlossen, und dasselbe Spiel beginnt von neuem.

Fig. 40, Taf. 10, stellt einen sogenannten Schlittenapparat dar, d. h. einen Inductionsapparat, bei welchem die Nebenspirale B nach Belieben mehr oder weniger über die Hauptspirale A geschoben werden kann, wodurch man es in der Gewalt hat, den Inductionsstrom stärker oder schwächer zu machen. Bei p und q werden die Handgriffe eingeschraubt, die Drähte x und y führen zum elektromotorischen Becher und dem Unterbrecher.

Die kräftigen Schläge, welche Inductionsapparate geben, beweisen, daß die Inductionsströme eine namhafte Spannung haben. Durch Vergrößerung der Dimensionen und sonstige zweckmäßige Arrangements hat man die Spannung der Inductionsapparate so verstärkt, daß sie Funken von namhafter Größe zu liefern im Stande sind, wie dies namentlich beim Ruhmkorff'schen Apparat, Fig. 41, der Fall ist. Die 25 Centimeter lange, aus 2 Millimeter dickem Kupferdraht gebildete Hauptspirale steckt in einer Nebenspirale von gleicher Länge, welche aus 100000 Meter Kupferdraht von $^1/_2$ Millimeter Dicke gebildet ist. Als Unterbrechungsvorrichtung dient ein eigenthümlich construirter magnetischer Hammer. Wenn von dem positiven Polende A der Inductionsspirale eine Drahtleitung zu der Metallspitze s führt, während die Metallplatte t mit dem negativen Pol B der Nebenspirale leitend verbunden ist, so schlagen zwischen s und t bei jeder Unterbrechung des Hauptstroms kräftige Funken auf eine Länge von $^1/_2$ Meter über, während der Schließungsstrom nicht Spannung genug hat, um den Zwischenraum zwischen s und t zu überspringen.

Mit einem großen Ruhmkorff'schen Apparate kann man Leydener Flaschen und Batterien sehr rasch laden, dicke Glasplatten durchschlagen u. s. w.

Sehr schöne Lichterscheinungen beobachtet man, wenn man die Funken des Ruhmkorff'schen Apparats durch luftverdünnte Räume gehen läßt, wozu sich die Geißler'schen Röhren besonders eignen. Es sind dies theilweise erweiterte Röhren, Fig. 38, Taf. 7, an deren Enden Platindrähte eingeschmolzen sind und welche nur noch ganz verdünnte Gase enthalten. Werden die beiden Platindrähte mit den Polen eines Ruhmkorff'schen Apparats verbunden, so erfüllt sich die Röhre mit einem rothen Lichtstrom, welcher vom positiven Platindraht ausgeht, während der negative Platindraht mit einem blauen Glimmlicht umhüllt erscheint.

Fig. 39, Taf. 7, stellt eine Geißler'sche Röhre dar, in welche von unten her ein Eisenstab hineinragt, der ringsum luftdicht von einem Glasrohr umgeben ist.

Der Platindraht a endet unten mit einem Metallplättchen n, der Platindraht d trägt einen um den Eisenstab herumgehenden Drahtring m. Werden a und d mit den Polen eines Inductionsapparats verbunden, so geht ein Lichtstrom von n nach m, welcher um den Eisenkern H rotirt, wenn man den Apparat auf den einen Pol eines Elektromagnets setzt und dadurch H magnetisch macht.

Wenn eine stromleitende Spirale nicht von einer zweiten umgeben ist, so wirken beim Schließen und Oeffnen des Stroms die einzelnen Windungen inducirend aufeinander. Im Moment der Schließung wird ein Strom inducirt, welcher dem entstehenden Hauptstrom entgegenwirkt, im Moment des Oeffnens aber ein dem verschwindenden Hauptstrom gleichgerichteter. Diese im stromleitenden Drahte selbst inducirten Ströme heißen Extraströme. Fig. 43, Taf. 7, erläutert das Arrangement eines Extrastrom-Apparats. In den Schließungsbogen des Volta'schen Bechers k ist eine Spirale s und ein Unterbrechungsrad u mit

Handgriffen eingeschaltet. Nimmt man den einen Handgriff in die rechte, den andern in die linke Hand, so bildet der menschliche Körper eine Nebenschließung des Bechers k. So oft nun durch Drehen des Rades u der Hauptstrom in der Spirale s unterbrochen wird, geht der Schlag des Extraströms durch den Körper.

Um auf bequeme Weise mit den durch Magnete inducirten Strömen experimentiren zu können, hat man die magnet-elektrischen Rotationsmaschinen (auch Magnetelektrisirmaschinen genannt) construirt. Fig. 39, Taf. 10, stellt eine solche dar. Ein aus mehrern Lamellen zusammengesetzter Hufeisenmagnet liegt wagerecht; in der Mitte zwischen seinen beiden Schenkeln ist eine horizontale Rotationsaxe angebracht, auf deren vorderer Hälfte eine eiserne Platte befestigt ist, welche, gegen die Magnetpole gekehrt, zwei Cylinder von weichem Eisen trägt, auf denen die Inductionsspiralen R aufgesteckt sind.

Wenn nun die besprochene Axe mit jener Eisenplatte, ihren Eisenkernen und Inductionsspiralen in Rotation versetzt wird, so werden die Eisenkerne bald dem einen, bald dem andern Pole des Hufeisenmagnets genähert, und dadurch werden in den Inductionsspiralen Ströme inducirt, deren Richtung bei jeder halben Umdrehung einmal wechselt. Die in den Spiralen abwechselnd nach der einen und andern Richtung gehenden Ströme werden nun durch einen hier nicht näher zu beschreibenden Commutator stets in gleicher Richtung durch den Körper gesendet, welcher in den Schließungsbogen des Apparats eingeschaltet ist. Faßt man z. B. mit den beiden Händen die in unserer Figur dargestellten Handgriffe, so erhält man kräftige Schläge. — Der Strom der Magnetelektrisirmaschine bringt chemische und thermische Effecte hervor, wie die gewöhnlichen galvanischen Ströme.

Auch der Erdmagnetismus inducirt elektrische Ströme in Spiralen, welche um eine feste Axe umgedreht werden, und zwar am stärksten, wenn die Umdrehungsaxe des Erdinductors, Fig. 43, Taf. 10, rechtwinkelig auf dem magnetischen Meridian steht. Die in der rotirenden Spirale MN durch den Erdmagnetismus inducirten Ströme werden mittels eines Commutators stets in gleicher Richtung durch einen Multiplicator gesendet, dessen Ablenkung ein Maß für die Stärke der inducirten Ströme ist.

Wenn ein Magnet in der Nähe eines guten Leiters oder ein Leiter in der Nähe kräftiger Magnetpole bewegt wird, so werden in dem Leiter Ströme inducirt, welche der sie hervorrufenden Bewegung hemmend entgegenwirken. Auf das obere Ende der Spiralen des Elektromagnets, Fig. 24, Taf. 10, wird ein Bret A, Fig. 44, Taf. 10, aufgeschoben, welches zwei runde Löcher enthält, aus welchen die beiden Eisenkerne noch etwas vorragen. Auf jeden der Eisenkerne wird dann ein Halbanker aufgesetzt, wie ihn die Figur zeigt. Auf die Mitte des Bretes A wird sodann der Träger, Fig. 40, Taf. 7, aufgeschraubt, an welchem von einem Faden getragen ein massiver Kupferwürfel so hängt, daß er sich gerade zwischen den Polspitzen N und S', Fig. 44, Taf. 10, befindet. Während nun der Strom des Elektromagnets nicht geschlossen, also der Magnetismus der Eisenkerne nicht erregt ist, wird der Faden, an welchem der Würfel hängt, stark tordirt und dann losgelassen. Der Faden dreht sich nun wieder auf und der Würfel geräth in rasche Rotation, welche aber sogleich aufhört, wenn der Strom geschlossen wird, welcher die Spiralen durchlaufend den Elektromagnet in Thätigkeit setzt.

Fig. 42, Taf. 10, zeigt einen Magnetstab, welcher an einem Bündel ungedrehter Seidenfäden aufgehängt und von einem in sich geschlossenen Kupferbügel umgeben ist. Wenn nun der Magnetstab durch irgendeine Ursache in Schwingungen versetzt wird, so nehmen dieselben viel rascher ab, der Magnet kommt viel rascher zur Ruhe, als wenn der Kupferbügel fehlte, weil der bewegte Magnetstab in dem Bügel Ströme inducirt, welche seinen Oscillationen hemmend entgegenwirken. Eine solche Dämpfung ist z. B. auch an dem transportabeln Magnetometer Fig. 24, Taf. 8, angebracht, indem der Multiplicatordraht auf einem massiven Rahmen von Kupfer aufgewunden ist.

VII. Diamagnetismus.

Wenn man ein von einem Faden getragenes Stäbchen, Fig. 45, Taf. 10, irgendeiner Substanz zwischen den Polen N und S', Fig. 44, eines großen Elektromagnets aufhängt, so wird es irgendeine durch den Faden bedingte Gleichgewichtslage annehmen, solange der Elektromagnet noch nicht in Thätigkeit gesetzt ist. Wird aber der Elektromagnet erregt, so stellt sich das Stäbchen entweder in die Verbindungslinie der beiden Pole, oder rechtwinkelig zu derselben, Fig. 41, Taf. 7. Ersteres wird die axiale, letzteres wird die äquatoriale Einstellung genannt. Die axial sich einstellenden Substanzen sind die magnetischen, die äquatorial sich einstellenden nennt man diamagnetisch.

Die magnetischen Körper werden von den Magnetpolen angezogen, die diamagnetischen werden abgestoßen.

Außer dem Eisen ergeben sich bei dieser Prüfung, wenn auch bedeutend weniger intensiv, als magnetisch die Metalle Kobalt und Nickel, und noch weit schwächer als diese Mangan, Platin und Palladium. Fast alle übrigen Körper sind diamagnetisch; besonders stark ist der Diamagnetismus des Wismuts.

Zu Versuchen über Diamagnetismus ist auch die in Fig. 42, Taf. 7, dargestellte Form des Elektromagnets sehr geeignet.

Um Flüssigkeiten auf ihr magnetisches oder diamagnetisches Verhalten zu prüfen, setzt man sie in Uhrgläsern auf die mehr oder weniger genäherten Halbanker, Fig. 44 oder 45, Taf. 7. Ist die Flüssigkeit magnetisch, wie z. B. eine Lösung von Eisenchlorid, so erhebt sie sich zu einem oder zu zwei Hügeln über den Polen der Halbanker, je nachdem diese Pole mehr (Fig. 44) oder weniger (Fig. 45) einander genähert sind. Für diamagnetische Flüssigkeiten, z. B. für Schwefelkohlenstoff, bilden sich Thäler an der Stelle, wo für magnetische Flüssigkeiten Hügel aufsteigen.

Zum Schluß haben wir noch die Wirkung kräftiger Elektromagnete auf durchsichtige Körper zu betrachten. Die Axen des Elektromagnets, Fig. 42, sind durchbohrt, und bei a sowol wie bei b ist ein Nicol'sches Prisma eingesetzt. Zwischen den einander zugekehrten Polen der durchbohrten Eisenkerne ist ein durchsichtiges Stäbchen c, etwa ein Prisma von schwerem Glase (kiesel-borsaures Bleioxyd) eingesetzt. Wenn die Nicols gekreuzt sind, so erscheint, wenn man von a aus durch den Apparat hindurch nach der Lampenflamme schaut, das Gesichtsfeld dunkel, solange der Elektromagnet nicht erregt ist; sobald er aber in Thätigkeit gesetzt wird, erblickt man die Flamme, und man muß das Nicol a um einen bestimmten Winkel nach rechts oder nach links drehen, um das Gesichtsfeld wieder dunkel zu machen.

Durch den Einfluß kräftiger Magnetpole wird also in durchsichtigen diamagnetischen Stoffen die Erscheinung der Circularpolarisation hervorgerufen.

Aſtronomie.

Bearbeitet

von

Dr. Karl Bruhns,
Profeſſor an der Univerſität, Director der Sternwarte zu Leipzig.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
I. Die sphärische Astronomie. (Tafel 1, 2, 3.)	
1. Die Eintheilung der Himmelssphäre	3
2. Die Fixsterne	4
a) Eintheilung in Constellationen, Namen derselben und einiger der Hauptsterne	4
b) Eintheilung in Größenklassen. Zahl der Fixsterne in jeder Größenklasse, Sternkataloge, Sternkarten	6
c) Die Veränderungen des Sternhimmels durch die Präcession, Nutation und Aberration	8
d) Veränderliche Sterne	12
e) Neu erschienene Sterne	14
f) Die Milchstraße	15
g) Sternhaufen und Nebelflecke	15
h) Die Doppelsterne	19
i) Die Eigenbewegungen der Fixsterne	22
k) Ueber die Entfernungen der Fixsterne	24
l) Die Durchmesser und physische Beschaffenheit der Fixsterne	24
II. Die theorische Astronomie. (Tafel 4, 5, 6, 7, 11, 12.)	
1. Einleitung. Erklärungen	25
2. Das Sonnensystem	27
a) Die Sonne	27
b) Die Planeten	[illegible]
c) Die Satelliten oder Monde	35
d) Die Kometen	38
e) Die Sternschnuppen, Meteorschwärme, Feuerkugeln	46
III. Die physische Astronomie	47
IV. Die praktische Astronomie. (Tafel 8, 9, 10.)	
a) Instrumente in alten Zeiten	49
b) Erfindungen zur Verbesserung der Instrumente, Uhren	50
c) Passageninstrument, Meridiankreis, Azimuthal- und Höheninstrumente	51
d) Teleskope, Refractoren, Aequatoreale	53
e) Heliometer. Sonstige Apparate und Instrumente auf Sternwarten	55
f) Sternwarten	56

Einleitung.

Das Alter der Astronomie läßt sich mit Bestimmtheit nicht angeben; dasselbe ist sehr groß, da der gestirnte Himmel von Anfang an das Interesse der Menschheit erregte und der scheinbare Lauf der Sonne und der Gestirne sehr bald zu Beobachtungen Anlaß gab. Die stattfindenden Erscheinungen an der Himmelssphäre genauer kennen zu lernen, war sicher einer der ersten Wünsche, wonach der menschliche Geist strebte, und der Theil der Astronomie, welcher die Orte der Gestirne an der Himmelssphäre kennen lehrt und unter dem Namen der sphärischen Astronomie bekannt ist, wol der älteste Theil der Himmelskunde.

Als man außer der allgemeinen täglichen Bewegung der Gestirne am Himmel auch noch andere Bewegungen einzelner Sterne wahrnahm, gelangte man zu der Unterscheidung zwischen Fixsternen und Wandelsternen, und die Ergründung der Bahnen und des Laufs der letztern ist die Aufgabe, welche ein anderer Theil der Astronomie, die theorische, sich stellt.

In neuerer Zeit führte man alle Bewegungen am Himmel zurück auf die Wirkung von Kräften, die durch den ganzen Himmelsraum einem einzigen Gesetze folgen. Aus dem Gravitationsgesetze leitete man die Theorie der Bewegung her und nennt den Theil der Astronomie, dem diese Aufgabe gestellt ist, die physische Astronomie.

In der Mathematik heißt die Lehre von den Kräften die Mechanik, und da die physische Astronomie sich mit den Kräften beschäftigt, welche die Ursache der Bewegung der Himmelskörper sind, wird dieser Theil auch öfter die Mechanik des Himmels genannt.

Eine andere Eintheilung der Astronomie ist die in theoretische und praktische. Wenn man diese Eintheilung wählt, so gehört in die theoretische Astronomie vollständig die physische und theorische und ein großer Theil der sphärischen; jedoch ist derjenige Theil der sphärischen Astronomie, welcher das Beobachten lehrt und die Hülfsmittel zum Beobachten, sowie deren Theorie und Anwendung behandelt, die eigentliche praktische Astronomie.

Für einen kurzen Ueberblick über das ganze Gebiet der Astronomie wird es am vortheilhaftesten sein, einen Theil der sphärischen Astronomie, dann die theorische Astronomie, die physische Astronomie und schließlich die Theorie der astronomischen Instrumente nacheinander zu betrachten. In die sphärische Astronomie nehmen wir die Astrognosie und das Wissenswerthe von den Fixsternen, in die theorische die Topographie und Uebersicht des Sonnensystems hinein.

I. Die sphärische Astronomie.

1. Die Eintheilung der Himmelssphäre.

Das Himmelsgewölbe erscheint uns als eine hohle Halbkugel, deren Radius nach unserm Scheitelpunkte hin uns kleiner erscheint als nach den Seiten. Eine andere gleiche Halbkugel befindet sich unter uns, und derjenige größte Kreis, welcher, wenn wir eine freie Rundsicht haben, unsern Gesichtskreis begrenzt, der also die uns sichtbare Halbkugel von der uns unsichtbaren trennt, wird der Horizont genannt. Der höchste Punkt des Himmels über uns heißt Scheitelpunkt oder Zenith, und da wir alle Kreisbogen am Himmel, wie überhaupt jeden Kreis, in 360 Grade eintheilen, so ist der Zenith von dem Horizont überall um einen Viertelkreis oder 90° entfernt. Eine Ebene, die wir uns durch den größten Kreis des Horizonts gelegt denken, wird, abgesehen von kleinen später zu besprechenden Correctionen, durch unser Auge gehen und heißt die Fundamentalebene des Horizonts. Die Richtung nach dem Zenith steht senkrecht auf dieser Ebene und der Zenithpunkt ist daher der Pol des Horizonts. Verlängern wir die Richtung nach dem Zenith entgegengesetzt, so treffen wir auf einen Punkt, der genau unter uns liegt und Fußpunkt oder Nadir genannt wird; es ist dies der zweite Pol des Horizonts.

Die ganze Himmelskugel dreht sich scheinbar in 24 Stunden um eine Achse, deren Endpunkte die Welt- oder Himmelspole heißen. Der uns sichtbare Pol heißt der Nordpol, der andere, uns unsichtbare, der Südpol. Alle Sterne beschreiben Kreise, deren Mittelpunkte in der vom Nordpol zum Südpol gehenden Weltachse liegen und deren Durchmesser um so größer, je weiter die Sterne von beiden Polen entfernt stehen. Derjenige Kreis, welcher von beiden Polen gleichweit um einen Viertelkreis absteht, ist ein größter Kreis und heißt der Aequator, während die andern von den Sternen zwischen Pol und Aequator beschriebenen Kreise kleinere Kreise sind und Parallelkreise genannt werden.

Verfolgt man den Lauf unsers Tagesgestirns, der Sonne, so findet man sehr bald, daß dieselbe von Tag zu Tag unter den Sternen einen andern Ort einnimmt und erst nach einem langen Zeitraume, einem Jahre, zu demselben Orte am Himmel zurückkehrt. Die scheinbare Bahn der Sonne ist ebenfalls ein größter Kreis und heißt die Ekliptik; diejenigen Punkte des Himmels, welche von derselben nach Norden und Süden um 90° abstehen, sind die Pole der Ekliptik.

Die Ebenen, welche durch den größten Kreis des Aequators und der Ekliptik gelegt werden können, sind mit der Ebene des Horizontes die drei Fundamentalebenen der Astronomie, auf welche alle Beobachtungen der Orte im Weltraume bezogen werden, und diejenigen Daten, welche nöthig sind, um die Lage eines Punktes im Raume anzugeben, heißen die Coordinaten dieses Punktes.

Verfolgt man den Lauf der Sonne und der Gestirne überhaupt, so sieht man dieselben an einem bestimmten Punkte des Horizonts sichtbar werden, aufgehen, sich immer mehr und mehr über den Horizont erheben, einen höchsten Punkt, Culminationspunkt, einnehmen, von da an niedersteigen, um an einem andern Punkte des Horizonts zu verschwinden, untergehen. Ein aufmerksamer Beobachter wird leicht finden, daß die Culminationspunkte verschiedener Sterne alle in einem größten Kreise liegen, der verlängert das Zenith trifft und auch durch den Weltpol gehen muß. Dieser größte

Kreis schneidet an zwei Punkten den Horizont und heißt der Meridian, und der im Horizont dem Nordpol zunächst liegende Punkt wird der Nordpunkt, der an der entgegengesetzten Seite liegende Südpunkt genannt. Zwei Punkte im Horizont, die genau 90° vom Nordpunkt und Südpunkt entfernt liegen, heißen, derjenige, der dem Aufgange der Sonne am nächsten liegt, der Ostpunkt, der, welcher dem Untergange der Sonne am nächsten liegt, der Westpunkt, und Nord, Ost, Süd, West sind die vier Cardinalpunkte des Horizonts.

Wenn man den Ort eines Sterns in Bezug auf den Horizont bestimmen will, denke man sich vom Zenith aus durch den Stern gehend senkrecht auf den Horizont das Bogenstück eines Viertelkreises gezogen, alsdann heißt das Stück vom Zenith bis zum Stern die Zenithdistanz, der Bogen vom Stern bis zum Horizont die Höhe und unmittelbar folgt, daß:

$$\text{Zenithdistanz} + \text{Höhe} = 90° \text{ sind.}$$

Der Winkel, welcher zwischen diesem Höhenkreise und dem Meridian am Zenith gebildet und der gleich ist dem Bogen am Horizont zwischen dem Südpunkt und dem Durchschnittspunkt des Höhenkreises mit dem Horizont, heißt das Azimuth des Sterns. Man unterscheidet, wenn der Winkel von Süd aus nach West liegt, das westliche Azimuth, wenn er nach Osten liegt, das östliche Azimuth, oder man zählt das Azimuth von Süd durch West, Nord nach Ost und Süd bis 360°. Durch Angabe der Höhe und des Azimuths ist die Richtung, in der ein Stern steht, vollständig gegeben, und Höhe und Azimuth sind die Polarcoordinaten des Sterns in Bezug auf den Horizont.

Um für den Aequator die Coordinaten eines Sterns anzugeben, denke man sich vom Nordpol oder Südpol durch den Stern auf den Aequator einen größten Kreis gezogen; man nennt alsdann die Entfernung vom Pol bis zum Stern die Poldistanz, das Bogenstück vom Stern bis zum Aequator die Declination, und wiederum ist leicht ersichtlich, daß

$$\text{Poldistanz} + \text{Declination} = 90° \text{ sind.}$$

Ist der Stern nördlich vom Aequator, hat der Stern nördliche Declination, ist er südlich vom Aequator, südliche Declination. Die Poldistanz wird aber immer vom Nordpol an bis zu 180° gerechnet.

Der Winkel, welchen der vom Pol durch den Stern auf den Aequator senkrecht gezogene Kreisbogen mit dem größten Kreise des Meridians, und zwar am Pole, macht, oder der Bogen, welcher auf dem Aequator zwischen den beiden Durchschnittspunkten beider größten Kreise mit dem Aequator enthalten, heißt der Stundenwinkel. Dieser unterscheidet man, je nachdem der Stern östlich oder westlich vom Meridian steht, den östlichen oder westlichen Stundenwinkel, oder man rechnet den Stundenwinkel von Süd durch West, Nord, Ost nach Süd bis zu 360 Graden oder 24 Stunden, indem auf eine Stunde 15 Grade gehen.

Die Sonne durchwandert auf einer scheinbaren Bahn im Jahre abwechselnd den Aequator und vom Aequator mit Ausnahme der Punkte, in welchen sie den Aequator durchschneidet, haben wir den Anfang des nördlichen Frühlings oder Herbst. Diese beiden Punkte heißen Frühlingspunkt und Herbstpunkt, und Aequator und Ekliptik haben diese Punkte gemeinsam. Um nun einen Uebergang vom Aequator zur Ekliptik zu haben, zieht man auf dem Aequator das Bogenstück vom Frühlingspunkt bis zu dem Durchschnittspunkt, in welchem der durch den Stern gehende Stundenkreis den Aequator schneidet, und nennt dies Bogenstück die gerade Aufsteigung oder Rectascension des Sterns. In Bezug auf den Aequator sind daher Declination und Rectascension die Polarcoordinaten, und wenn beide gegeben, ist die Richtung des Sterns vollständig bekannt.

Nimmt man endlich die Ekliptik als Fundamentalebene und zieht vom Pol der Ekliptik durch den Stern auf die Ekliptik senkrecht das Bogenstück eines größten Kreises, so heißt der Bogen vom Stern bis zur Ekliptik die Breite und zwar die nördliche, wenn der Stern nördlich von der Ekliptik, die südliche, wenn der Stern südlich von der Ekliptik steht. Der Winkel am Pol der Ekliptik, welchen der durch den Stern gezogene Kreisbogen mit dem Kreisbogen nach dem Frühlingspunkt bildet, oder der Bogen auf der Ekliptik vom Frühlingspunkt bis zum Durchschnittspunkt des vom Pol durch den Stern gezogenen Kreisbogens, ist die Länge des Sterns, und Länge und Breite sind die Polarcoordinaten des Sterns in Bezug auf die Ekliptik. Die sphärische Astronomie hat die Aufgabe, die Richtungen oder die ebengenannten Polarcoordinaten in Bezug auf irgendeine der Fundamentalebenen zu bestimmen.

Die besprochenen Fundamentalebenen und ihre sie begrenzenden größten Kreise nebst den Cardinalpunkten sind Taf. 11, Fig. 1 dargestellt. Der größte Kreis NWSO stellt den Horizont dar, der Punkt S den Südpunkt, O den Ostpunkt, N den Nordpunkt, W den Westpunkt, Z ist der Zenithpunkt über dem Horizont, Z' der Nadirpunkt. Der größte Kreis A ♈ B ♎ A stellt den Aequator dar, welcher den Horizont in Ost und West schneidet und auf welchem ♈ den Anfangspunkt der Zählung für die Rectascension bedeutet. P und P' sind der Nordpol und der Südpol für den Aequator, das Bogenstück SA ist die größte Höhe des Aequators über dem Horizont und ein Stück des Meridians SAZNZ'S. Endlich stellt der größte Kreis EFDG die Ekliptik dar, welche den Horizont in G und F, den Aequator in ♈ und ♎ schneidet.

Durch ähnliche Kreise, wie den Himmel, hat man auch die Erde, deren Gestalt wir vorläufig als kugelförmig annehmen, eingeteilt. Die die Weltpole miteinander verbindende Achse geht durch unsere Erde, deren Durchschnittspunkte an der Oberfläche der Nordpol und der Südpol genannt werden. Der größte Kreis, welcher genau unter dem Himmelsäquator liegt, heißt auf der Erde der Erdäquator, und senkrecht auf den Aequator gezogene größte Kreise, die durch die Pole gehen, werden Meridiane genannt. Das Bogenstück des Meridians von einem Orte auf der Oberfläche der Erde bis zum Aequator heißt die geographische Breite, und der Winkel, den der Meridian mit einem andern Meridian bildet, welchen man als den ersten annimmt, heißt die geographische Länge des Ortes von diesem ersten Meridian an gerechnet. Ersterer sei gleich, daß die Deutschen als ersten Meridian den von Berlin, die Franzosen den von Paris, die Engländer den von Greenwich nehmen, während die Geographen bei ihren Karten, um die Erdkugel darzustellen, einen Meridian 20° westlich von Paris annehmen, der nahe durch die Insel Ferro geht und als Meridian von Ferro bezeichnet wird. Eine besondere Hauptaufgabe der sphärischen Astronomie ist nun Ermittelung der Länge und Breite der Orte auf der Erde, d. h. die geographische Ortsbestimmung.

2. Die Zeit.

a) Entstehung der Zeitbestimmungen, Namen derselben und Anfang der Tageszeiten.

Kehren wir zu den Himmelserscheinungen zurück und betrachten in einer bestimmten Nacht den Himmel, so wird man von den uns sichtbaren Sternen sehr bald solche unterscheiden, die ihren Ort gegeneinander scheinbar

beibehalten, und solche, die ihren Ort unter den Fixsternen auffallend verändern, erstere werden Fixsterne, diese Wandelsterne genannt. Unter den Wandelsternen unterscheidet man erstens Planeten im engern Sinne, zu welchen auch unsere Erde gehört und die sich um die Sonne bewegen, zweitens Nebenplaneten oder Monde, welche theils um die Erde, theils um andere Planeten Bahnen beschreiben, drittens Kometen, die sich ebenfalls um die Sonne bewegen, sich aber durch ihre Bahnen und ihr Aussehen wesentlich von den Planeten unterscheiden, und endlich viertens gehören auch die Meteore, Sternschnuppen und Feuerkugeln in dieses Gebiet.

Die Fixsterne sind von sehr verschiedener Helligkeit, und die hellsten unter ihnen, deren Zahl nicht groß ist, werden Sterne 1. Größe genannt, während eine größere Anzahl schwächerer zur 2. Größe gerechnet wird, noch schwächere zur 3. Größe gehören und diejenigen, welche man eben noch mit bloßem Auge sehen kann, zur 6. Größe gezählt werden. Das unbewaffnete Auge kann nach diesem alten Brauche nicht mehr als sechs Größenklassen unterscheiden, je stärker jedoch das Fernrohr, mit dem man den Himmel beobachtet, desto schwächere Sterne sieht man und um so höher ist die Größenklasse.

Gehen wir zunächst zur Gruppirung der Fixsterne untereinander über, so haben wir eine Eintheilung des gestirnten Himmels in Gruppen oder Constellationen schon von den Alten überliefert erhalten. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist festgestellt, daß das Alter der Sternbilder nicht über das 15. Jahrhundert v. Chr. hinausreicht und Chiron, der etwa 1400 v. Chr. lebte, also kurz vor dem Argonautenzuge, soll zuerst Constellationen eingeführt haben.

Im Buche Hiob werden der Orion, die Plejaden und die Hyaden erwähnt, doch ist die Uebersetzung der ursprünglichen hebräischen Namen zweifelhaft und nur so viel geht hervor, daß zu jener Zeit schon einzelne Sterngruppen am Himmel benannt waren. Homer nennt in der Iliade und Odyssee den Bären, den Orion, die Hyaden, die Plejaden und den Bootes; Hesiod hat noch den Arktur und den Sirius.

Ein Gürtel von Sterngruppen, welche in der Nähe der scheinbaren Sonnenbahn, der Mondbahn oder der Bahnen der hellern Planeten sich befindet, wird der Zodiakus oder Thierkreis genannt, weil die Constellationen bis auf einige wenige nach Thieren benannt sind. Derselbe zählt 12 Sternbilder. Nördlich vom Thierkreis führt der größte Astronom des Alterthums, Ptolemäus, noch 21 Sternbilder auf, südlich vom Thierkreis noch 15. Zu diesen 48 Sternbildern sind im Mittelalter und in neuerer Zeit noch 60 hinzugekommen, sodaß wir gegenwärtig im ganzen 108 Sternbilder zählen, von welchen einige aber so unmotivirt gewählt und benannt sind, daß manche Astronomen sie nicht anerkennen. Mehrfach ist sogar vorgeschlagen, die Sternbilder ganz abzuschaffen, doch hat dieser Vorschlag nicht viel Beifall gefunden. Ebenso ist die Einführung anderer Namen für die Sternbilder, christlicher Namen z. B. durch einen gewissen Schiller im 17. Jahrhundert, heraldischer Namen durch den frühern Professor Ehrhard Weigel (gest. 1699) in Jena, längst der Vergessenheit anheimgefallen und der Geschichte gehören auch die von den Arabern angenommenen Namen der Sternbilder, die jedoch nur aus dem Griechischen den arabischen Sitten und Gebräuchen angepaßt waren, an. Die alten uns überlieferten Constellationen, deren Namen wie die alten vom Zahn der Zeit fast vernichteten Ruinen zu uns reden, die uns die Mythologie, die Kenntnisse, die Ideen, die Thaten, die Schicksale, die Geschichte, die Helden und Heroen, ja selbst die Irrthümer und den Aberglauben des Alterthums vergegenwärtigen, sind die folgenden im „Almagest" verzeichneten.

Die 48 Sternbilder des Ptolemäus (in deutscher und lateinischer Bezeichnung):

a) die nördlichen:

1) Der kleine Bär, Ursa minor.
2) Der große Bär, Ursa major.
3) Der Drache, Draco.
4) Cepheus, Cepheus.
5) Der Bootes, Bootes.
6) Die nördliche Krone, Corona borealis.
7) Der Hercules, Hercules.
8) Die Leier, Lyra.
9) Der Schwan, Cygnus.
10) Die Cassiopeia, Cassiopeja.
11) Der Perseus, Perseus.
12) Der Fuhrmann, Auriga.
13) Der Schlangenträger, Ophiuchus.
14) Die Schlange, Serpens.
15) Der Pfeil, Sagitta.
16) Der Adler, Aquila.
17) Der Delphin, Delphinus.
18) Das kleine Pferd, Equuleus.
19) Der Pegasus, Pegasus.
20) Die Andromeda, Andromeda.
21) Der Triangel, Triangulum.

b) Die Sternbilder des Thierkreises:

1) Der Widder, Aries.
2) Der Stier, Taurus.
3) Die Zwillinge, Gemini.
4) Der Krebs, Cancer.
5) Der Löwe, Leo.
6) Die Jungfrau, Virgo.
7) Die Wage, Libra.
8) Der Skorpion, Scorpio.
9) Der Schütze, Sagittarius.
10) Der Steinbock, Capricornus.
11) Der Wassermann, Aquarius.
12) Die Fische, Pisces.

c) Die südlichen:

1) Der Walfisch, Cetus.
2) Der Orion, Orion.
3) Der Eridanus, Eridanus.
4) Der Hase, Lepus.
5) Der große Hund, Canis major.
6) Der kleine Hund, Canis minor.
7) Das Schiff Argo, Argus
8) Die Wasserschlange, Hydra.
9) Der Becher, Crater.
10) Der Rabe, Corvus.
11) Der Centaur, Centaur.
12) Der Wolf, Lupus
13) Der Altar, Ara.
14) Die südliche Krone, Corona australis
15) Der südliche Fisch, Piscis australinus.

Ueber die Entstehung dieser Sternnamen sind eine große Anzahl von Mythen vorhanden, und fast die ganze griechische Mythologie würde erzählt werden müssen, wenn man auf den Ursprung der Namen zurückgehen wollte.

Zu diesen 48 Sternbildern sind nach und nach in chronologischer Reihenfolge hinzugekommen die folgenden:

1) Das Haupthaar der Berenice, Coma Berenicis.
2) Der Antinous, Antinous.
3) Der Phönix, Phoenix.
4) Der Toucan, Tucan.
5) Die kleine Wasserschlange, Hydrus.
6) Die Taube, Columba.
7) Der Schwertfisch, Dorado.

8) Der fliegende Fisch, Piscis volans.
9) Das Kreuz, Crux.
10) Das Chamäleon, Chamaeleon.
11) Die Biene, Apis.
12) Der südliche Triangel, Triangulum australe.
13) Der Paradiesvogel, Avis Indica.
14) Der Pfau, Pavo.
15) Der Indianer, Indus.
16) Der Kranich oder Flamingo, Grus.
17) Das Kamelopard, Camelopardalus.
18) Die Fliege, Musca.
19) Das Einhorn, Monoceros.
20) Die Karlseiche, Robur Caroli II.
21) Das Herz Karl's II., Cor Caroli II.
22) Die Jagdhunde, Canes Venatici.
23) Der Berg Mänalus, Mons Maenalus.
24) Der Cerberus, Cerberus.
25) Der Fuchs, Vulpecula.
26) Die Eidechse, Lacerta.
27) Das Sobiesky'sche Schild, Scutum Sobiesci.
28) Der Luchs, Lynx.
29) Der kleine Löwe, Leo minor.
30) Der kleine Triangel, Triangulum minus.
31) Der Sextant, Sextans.
32) Die Bildhauerwerkstatt, Apparatus sculptoris.
33) Der chemische Ofen, Apparatus chemicus.
34) Die Pendeluhr, Horologium Pendulum.
35) Das Rhomboidische Netz, Reticulus rhomboidalis.
36) Der Grabstichel, Caela sculptoris.
37) Die Malerstaffelei, Pluteum Pictoris.
38) Der Schiffskompaß, Pyxis nautica.
39) Die Luftpumpe, Antlia.
40) Der Octant, Octans.
41) Der Cirkel, Circinus.
42) Das Winkelmaß und Lineal, Norma et Regula.
43) Das Fernrohr, Tubus astronomicus.
44) Das Mikroskop, Microscopium.
45) Der Tafelberg, Mons mensae.
46) Das Renthier, Rangifer.
47) Das Brandenburgische Scepter, Sceptrum Brandenburgicum.
48) Der Poniatowski'sche Stier, Taurus Poniatovii.
49) Die Friedrichsehre, Honores Friderici.
50) Der Erntehüter, Custos messium.
51) Der Einsiedler, Turdus solitarius.
52) Der Mauerquadrant, Quadrans muralis.
53) Die Georgsharfe, Harpa Georgii.
54) Herschel's Teleskop, Telescopium Herschelii.
55) Der Luftballon, Globus aerostaticus.
56) Die Buchdruckerwerkstatt, Officina typographica.
57) Die Elektrisirmaschine, Machina electrica.
58) Die Katze, Felis.
59) Die große Wolke, Nubecula major.
60) Die kleine Wolke, Nubecula minor.

Die ersten 2 Sternbilder stammen noch aus dem Alterthum her, die nächsten 14 sollen berühmte Seefahrer, z. B. Amerigo Vespucci, Andreas Corsalis und Petro de Medina eingeführt haben. Jakob Bartsch (der Schwiegersohn von Kepler) hat 7 neue Sternbilder, Halley die Sternbilder Nr. 20 und 21, Hevel Nr. 22—31, Lacaille Nr. 32—45, Lemonnier Nr. 46 und 51, Kirch Nr. 47, Poczobut Nr. 48, Bode Nr. 49, 56 und 57, Lalande Nr. 50, 52 und 58 eingeführt. Mehrere dieser Sternbilder sind jedoch in unsern Karten (Taf. 1 und 2) nicht aufgenommen, überhaupt sind der Deutlichkeit wegen daselbst nur die Grenzen der Sternbilder angegeben und die Bilder, welche man dafür hat, sind fortgelassen.

Auch einzelnen Sternen, besonders den hellern, hat man Namen gegeben, welche theils aus dem Griechischen und Lateinischen, zumeist aber aus dem Arabischen genommen sind. Nur wenige von diesen Namen werden noch gebraucht, vielmehr haben für die hauptsächlichsten Fixsterne die Astronomen allgemein die Sternbezeichnungen angenommen, welche der augsburger Rechtsanwalt und Astronom Johann Bayer in seinem Jahr 1603 zu Wien erschienenen „Uranometria" annahm. Die Sterne in jedem Sternbilde bezeichnete er fast durchgängig der Helligkeit folgend mit den griechischen Buchstaben α, β, γ, δ, ε u. s. w., wozu, wenn das griechische Alphabet erschöpft war, noch einige lateinische Buchstaben gekommen sind. Einzelne Sterne sind auch mit Zahlen bezeichnet, die sie durch die Reihenfolge in den Beobachtungskatalogen erhielten. So nannte Bayer z. B. den hellsten Stern im Fuhrmann α, den nächsthellen β, im Löwen den hellsten α, den nächsthellen β u. s. w.

Die bisjetzt noch öfter gebrauchten Namen für die hellern Sterne meistens 1. Größe sind die folgenden:

α Eridani = Achernar	α Canis minoris = Procyon
β Persei = Algol	β Geminorum = Pollux
α Tauri = Aldebaran	α Leonis = Regulus
α Aurigae = Capella	α Virginis = Spica
β Orionis = Rigel	α Bootis = Arktur
γ » = Bellatrix	α Coronae = Gemma
α » = Beteigeuze	α Scorpii = Antares
α Argus = Canopus	α Lyrae = Wega
α Canis majoris = Sirius	α Aquilae = Atair
α Geminorum = Castor	α Cygni = Deneb
α Piscis austrini = Fomalhaut.	

b) Eintheilung in Größenklassen, Zahl der Fixsterne jeder Größenklasse, Sternkataloge, Sternkarten.

Die schon erwähnte Eintheilung der Sterne in Größenklassen muß man sich nicht so denken, daß alle Sterne 1. Größe gleich hell, dann die Sterne 2. Größe untereinander wieder gleich hell, aber schwächer wie die Sterne 1. Größe sind u. s. w. Die Sterne 1. Größe untereinander sind an Helligkeit sehr verschieden, der Uebergang zu den Sternen 2. Größe ist ein allmählicher, ebenso der Uebergang zu der 3. Größe. Wenn man daher verschiedene Astronomen über die Anzahl der Sterne 1., 2., 3. u. s. w. Größe fragt, wird man nicht genau dieselben Zahlen erhalten, sondern der eine zählt diesen, der andere jenen Stern einer Größenklasse, welche ein anderer zu einer hellern oder schwächern rechnet; jedoch hat man sich darüber geeinigt und auch durch besondere Instrumente, Photometer, die Helligkeitsverhältnisse der Sterne 1. zu 2., 2. zur 3. Größe u. s. w. bestimmt. Im Durchschnitt nimmt man an, daß ein Stern 1. Größe $2^1/_2$ mal so viel Licht als ein Stern 2., dieser wieder $2^1/_2$ mal so viel Licht als ein Stern 3. Größe u. s. w. hat, sodaß ein Stern 6. Größe circa 100 mal weniger Helligkeit geringer ist, als ein Stern 1. Größe. Diese Zahl wird diese Zahl gleich sehr verändert, wenn man das Verhältniß der Lichtmengen einer Größenklasse zur andern nur ein wenig ändert, nimmt man hier das Verhältniß z. B. statt $2^1/_2$ nur $2^9/_{10}$ an, so erhält man einen Stern 6. Größe 172 mal schwächer als einen 1. Größe, welche Zahl mehr mit der von Steinheil gefundenen 182 übereinstimmt.

Gleich sei hier erwähnt, obwol wir bei der Beschreibung der Sonne wieder darauf zurückkommen, daß nach den neuesten Messungen der uns nächste Fixstern, die Sonne, etwa 56000 Mill. mal mehr Licht hat als ein Stern 1. Größe von der Helligkeit der Capella.

Die Zahl der Sterne 1. Größe wird zwischen 17 und 24 angegeben, Argelander zählt 20, welche wir hier nennen wollen:

α Eridani, Achernar	η Argus
α Tauri, Aldebaran	α Crucis
α Aurigae, Capella	α Virginis, Spica
β Orionis, Rigel	β Centauri
α Orionis, Beteigeuze	α Bootis, Arktur
α Argus, Canopus	α Centauri
α Can. maj., Sirius	α Scorpii, Antares
α Can. min., Procyon	α Lyrae, Wega
β Geminorum, Pollux	α Aquilae, Atair
α Leonis, Regulus	α Piscis austrini, Fomalhaut.

Sterne 2. Größe zählt man 65, 3. Größe 190, 4. Größe 425, 5. Größe nahe 1100, 6. Größe circa 3200. Da man nun mit bloßem Auge die Sterne 6. Größe noch eben sieht, ist die Zahl der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne am ganzen Himmel nur etwa 5000.

Ungemein vermehrt sich diese Zahl, wenn man das Auge bewaffnet, d. h. wenn man Fernröhre zu Hülfe nimmt. Es genügt schon ein gewöhnliches Theaterperspectiv, um Sterne 7. Größe zu sehen, deren Anzahl etwa 13000 ist; ein etwas stärkeres Fernrohr, etwa ein kleines Reisefernrohr, zeigt schon Sterne der 8. Größenklasse, deren Zahl auf 40000 geschätzt wird, und von jeder nächstfolgenden Größenklasse gibt es circa dreimal so viel Sterne. Von der 9. Größenklasse wird nach den gemachten Beobachtungen die Zahl auf nahe 140000 angegeben, sodaß die Summe aller Sterne bis zur 9. Größe sich über 200000 beläuft.

Wenn man mit einem Fernrohr Sterne 10. Größe, deren Anzahl über 400000 ist, 11. Größe, von denen schon $1\frac{1}{4}$ Mill., 12. Größe, deren es an 4 Mill. gibt, sehen kann, so sind bald die Sterne für das bewaffnete Auge unzählbar, und wie viel Millionen Sterne man überhaupt mit unsern besten Instrumenten sehen kann, läßt sich kaum angeben.

Um jedoch eine genäherte Zahl dafür angeben zu können, wollen wir, wie es jetzt allgemein gebräuchlich ist, annehmen, daß die Lichtmengen der einzelnen Sterngrößen zueinander in einem geometrischen Verhältniß stehen, d. h. daß jede höhere Größenklasse etwa $2\frac{1}{2}$mal weniger Licht hat als die vorhergehende, und wenn man die Absorption des Lichts in den Gläsern berücksichtigt und dafür, weil bei größern Fernröhren die Gläser dicker sind, für jedes größere Fernrohr in dem folgenden Verzeichniß 10 Procent mehr rechnet als für das vorhergehende, findet sich nach der Erfahrung, daß man mit einem Fernrohr von

10	Mm.	Oeffnung	u. mindestens	2facher	Vergrößerung	Sterne	7.	Größe
17	»	»	»	4	»	»	»	8.	»
27	»	»	»	7	»	»	»	9.	»
45	»	»	»	11	»	»	»	10.	»
76	»	»	»	19	»	»	»	11.	»
130	»	»	»	32	»	»	»	12.	»
220	»	»	»	55	»	»	»	13.	»
370	»	»	»	90	»	»	»	14.	»
630	»	»	»	160	»	»	»	15.	»

sehen kann; für ein Fernrohr von den letztgenannten Dimensionen würde die Zahl der sichtbaren Sterne auf etwa 150 Mill. Sterne steigen.

Unsere größten Fernröhre haben kaum die zuletzt angegebenen Verhältnisse. Die Refractoren in Berlin, Dorpat, Upsala, Hamburg, Rom, haben nahe 250 Mm. Oeffnung, die in Kopenhagen, München, Greenwich, fast 300 Mm., die in Pulkowa und Cambridge (Amerika) 400 Mm. und einige neuere Instrumente dieser Gattung in Amerika und England 500—600 Mm. Oeffnung.

Die großen Reflectoren mit Spiegeln von 1 Meter und mehr Durchmesser zeigen wenig mehr Sterne, sodaß mit unsern bisjetzt hergestellten optischen Hülfsmitteln wol die Zahl der Sterne noch unter 100 Mill. bleibt.

Das Verhältniß der Lichtmengen der Sterne zueinander haben wir, wie es jetzt gebräuchlich ist, in einer geometrischen Progression angegeben. Es ist dies jedoch nicht immer geschehen und man hat dafür auch arithmetische Verhältnisse angenommen. Erwähnt sei nur, daß z. B. W. und J. Herschel von Sternen 20. und noch höherer Klasse sprechen, die wir jetzt kaum 14. Größe nennen. Diese Differenz in der Größenklasse ist jetzt mehr gehoben, seitdem wir eine genauere Definition der Größenklassen haben und photometrische Messungen angestellt werden.

Wie verschieden aber selbst die Sterne 1. Größe in ihrer Lichtmenge sind, ist auch schon gesagt; einzelne dieser Sterne sind beträchtlich heller als andere, und in neuerer Zeit hat man theils den Stern Procyon im kleinen Hund, theils Wega in der Leier oder Capella im Fuhrmann, als Sterne von der mittlern Helligkeit 1. Größe angenommen. Die Sterne Regulus im Löwen, Aldebaran im Stier haben kaum die Hälfte des Lichts wie Wega, während Sirius nach verschiedenen photometrischen Bestimmungen mindestens doppelt so viel, nach einigen viermal so viel Licht hat als Wega oder Capella.

Verzeichnisse in welchen die Sterne nach ihren Polarcoordinaten, Länge und Breite oder gerade Aufsteigung und Abweichung aufgezeichnet sind, heißen Sternkataloge, deren wir jetzt eine große Menge besitzen. Von den historisch merkwürdigen mögen hier nur erwähnt werden der Katalog von Hipparch, den Ptolemäus im „Almagest" gibt, mit 1026 Sternen; ein anderer Katalog von dem Astronom Ulugh Beg, Tamerlan's Enkel, mit 1019 Sternen, zu dem ein Commentar mit 300 Sternen hinzugekommen ist; ein anderer Katalog von Tycho Brahe, in dem sich 770 von ihm beobachtete Sternpositionen befinden. Unter den spätern Katalogen von Hevel, Halley, Lacaille, Tobias Mayer, Flamsteed und Bradley hat der letztere mit 3222 Sternpositionen, die Bessel genau reducirte und herausgab in einem Werke „Fundamenta astronomiae" die größte Bedeutung. Piazzi's Katalog für 1800 enthält 7646 Sterne, Lalande's Katalog „Histoire céleste française" nach der englischen Ausgabe 47319 Sternpositionen; Bessel's Zonen erstrecken sich auf 75011 Sternbeobachtungen, die innerhalb des Gürtels am Himmel von 15° südlicher Declination bis 45° nördlicher Declination liegen, woran sich Argelander's Zonen von 45° bis 80° nördlicher Declination mit 26425 Sternen und die südlichen Zonen von 15° bis 31° südlicher Declination mit 23250 Sternen anschließen. Die größte Anzahl von genäherten Sternpositionen enthält die Argelander'sche „Durchmusterung", die sich von 2° südlicher Declination bis zum Nordpol erstreckt und in welcher 324198 Sterne von der 1. bis zur 9.—10. Größe vorkommen.

Unter den Sternkarten sind die berühmtesten: die im Jahr 1603 herausgegebene „Uranometria" von Bayer, der 1729 edirte Atlas von Flamsteed (welcher in mehrern Auflagen erschienen ist), dann die „Uranographie" von Bode (große und kleine Ausgabe), der Atlas von Harding (Sterne bis zur 9. Größe enthaltend, bei dessen Anfertigung zu Anfang dieses Jahrhunderts einer der ersten kleinen Planeten, die Juno, gefunden wurde), ferner für Sterne bis zur 6. Größe die vortreffliche „Uranometria nova" von Argelander.

Unter den Sternkarten für teleskopische Sterne sind vor allem die 24 von der Berliner Akademie heraus-

gegebenen Blätter, welche von —15° bis +15° reichen und unter dem Namen der „Akademischen Sternkarten" bekannt sind, zu erwähnen; die umfangreichsten von allen Sternkarten sind aber die Argelander'schen „Atlas des nördlichen gestirnten Himmels" auf 40 großen Blättern, die die Oerter von den obenerwähnten 324198 Sternen enthalten.

Unsere Tafeln 1, 2, 3 enthalten den Sternhimmel und zwar Taf. 1, Fig. 1 den nördlichen Himmel vom Pol bis zum Aequator mit allen Sternen bis zur 5. Größe, die durch verschiedene Zeichen voneinander unterschieden und leicht kenntlich sind; die Taf. 2, Fig. 1 den südlichen Himmel in gleicher Weise, und da dadurch die Sternbilder des Aequators und des Thierkreises getrennt sind, enthält Taf. 3 einen Aequatorgürtel von —30° bis +30°, alle drei Karten gültig für das Jahr 1875.

Die Sternbilder sind als Bilder nicht angegeben, sondern nur die Grenzen durch punktirte Linien. In jedem Sternbild steht der lateinische Name, die Hauptsterne tragen die griechischen Buchstaben. Die Milchstraße und die dem bloßen Auge sichtbaren Sternhaufen und Nebel sind durch punktirte Gruppen gegeben.

Außerdem enthalten die Karten die Parallelkreise von 15 zu 15 Grad, die Stundenkreise von Stunde zu Stunde und die Ekliptik. Die am Rande stehenden Monatsnamen auf Taf. 1 und 2 bezeichnen die Zeit, zu der die Sonne in dem darüberstehenden Sternbilde des Thierkreises steht. Dieses Sternbild culminirt daher um Mittag und das gerade gegenüberstehende oder das um 6 Thierkreissternbilder davon entfernte um Mitternacht.

Um die Sternbilder kennen zu lernen wendet man ein einfaches Verfahren an. Man geht von irgendeinem schon bekannten oder leicht aufzufindenden Sternbilde aus, verbindet, wie es auch auf den Karten geschehen ist, die hellern Sterne durch gerade Linien, verlängert selbige um eine bestimmte Größe und trifft dann andere Sternbilder und Sterne. Geht man z. B. vom großen Bären aus, zieht durch α und β eine Linie, verlängert diese über α hinaus etwa um das fünffache, so trifft man den Polarstern, welcher zum kleinen Bären gehört und nahe dem Nordpol ist. Auf der entgegengesetzten Seite vom Nordpol, ebenso weit etwa von ihm entfernt als der große Bär, steht ein Sternbild, dessen Hauptsterne ein großes W bilden — es ist dies die Cassiopeja. Denkt man sich eine den großen Bären und die Cassiopeja verbindende Linie, die auch durch den Nordpol geht, und läßt eine senkrechte Linie im Nordpol diese Linie schneiden, so trifft man in etwas größerer Entfernung, als der Bär vom Pol steht, auf beiden Seiten zwei helle Sterne 1. Größe, die Wega in der Leier und die Capella im Fuhrmann. Die Fortsetzung solcher Linien führt zur Kenntniß aller Sternbilder; diese Kenntniß heißt die Astrognosie und das Verfahren die Methode der Alignements.

c) Die Veränderungen des Sternhimmels durch die Präcession, Nutation und Aberration.

Unsere Sternkarten gelten für das Jahr 1875, aber der Nullpunkt der Theilung, der Durchschnittspunkt zwischen Aequator und Ekliptik, ändert sich vermöge der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf unsere abgeplattete Erde (s. physische Astronomie) unaufhörlich in der Weise, daß dieser Nullpunkt jedes Jahr um 50.″2 zurückweicht. Dieses Zurückweichen des Nullpunktes heißt die Präcession und bringt hervor, daß der Pol des Aequators sich in einem Zeitraum von 26000 Jahren um den Pol der Ekliptik dreht, wie aus Taf. 11, Fig. 3 sichtbar ist, wo A B den Aequator für eine bestimmte Epoche, A′ B′ denselben für eine um 13000 Jahre entfernte Epoche bezeichnet. Abgesehen von einer kleinen Schwankung der Erdachse, welche man Nutation heißt und welche durch die wellenförmige Linie pp′ in Fig. 3, Taf. 11, sichtbar gemacht ist, ändert sich durch die Präcession die Länge jedes Sterns um die schon oben genannte Größe von 50.″2, während die Breite der Sterne fast unverändert bleibt. Diese Aenderung der Länge überträgt sich auf Aenderungen in der Rectascension und Declination, welche die Präcession in Rectascension und Declination genannt werden.

Vermöge der Präcession ändert sich nun der Pol des Aequators am Himmel und der Stern 2. Größe α Ursae minoris, welcher gegenwärtig dem Pol am nächsten steht und deshalb der Polarstern genannt wird, führte diesen Namen vor Christi Geburt noch nicht, der schon genannte Astronom Hipparch konnte die Bezeichnung Polarstern für diesen Stern nicht gebrauchen. Gegenwärtig steht der Polarstern vom Pol nur 1°22′ entfernt, ihm nähert sich der Pol noch 300 Jahre immer mehr und mehr, und dann wird die Entfernung nur 21′ sein. Nach 2300 Jahren wird ein anderer Stern, γ Cephei, Anspruch auf den Namen Polarstern machen können, obwol derselbe 1° 51′ vom Pol entfernt bleibt. Noch später werden β und α Cephei sowie δ Cygni dem Pole am nächsten stehen, und nach etwa 12000 Jahren wird der Stern 1. Größe Wega im Sternbild der Leier den schönsten Polarstern darstellen; dann folgen ε Herculis, τ Herculis, ι Draconis, α Draconis, χ Draconis, bis nach 25000 Jahren der jetzige Polarstern wieder das Recht in Anspruch nimmt.

Der Nullpunkt der Theilung, 0° im Zeichen des Widders, fiel im Jahre 300 vor Christi Geburt mit dem Anfange des Sternbildes des Widders, im Jahre 1400 vor Christo mit der Mitte dieses Sternbildes zusammen, jetzt liegt er nahe im Anfange des Sternbildes der Fische und nach 10000 Jahren wird dieser Punkt in das Sternbild der Wage fallen.

Für einen bestimmten Punkt auf der Erde ändern sich infolge dessen die über dem Horizonte sichtbaren Sternbilder, und nach Tausenden von Jahren werden für unsere Breiten die Sternbilder Rabe, Becher, Wasserschlange, großer Hund (mit dem glänzendsten Fixstern Sirius), Einhorn, Orion, kleiner Hund, Eridanus, Walfisch und südlicher Fisch verschwinden. Dagegen kommen nach und nach zum Vorschein: die Sternbilder Centaur, südliches Kreuz, ein Theil der Karlseiche, Wolf, südlicher Triangel, Altar, südliche Krone, Pfau, Indianer, Paradiesvogel, Toukan, Kranich, Phönix und der jetzt unsichtbare Theil des Eridanus.

Außer durch die Nutation, deren Periode nahe 18 Jahre ist und die die Sternörter nur etwa 10 Bogensecunden (im größten Kreise) ändert (s. physische Astronomie), erfahren die Sternörter dadurch noch eine kleine Aenderung, daß die Bewegung des Lichts nicht unendlich groß, nicht momentan ist. Da nun auch die Erde im Weltraum sich fortbewegt, so trifft ein Lichtstrahl der jetzt von einem Himmelskörper, z. B. von der Sonne nach der Erde gerichtet ist, nicht die Erde mehr, sondern er geht neben derselben vorbei, weil selbige sich fortbewegt hat, und wenn der Lichtstrahl die Erde treffen soll, darf er nicht in der Linie, in der momentan die Erde steht, gerichtet sein, sondern nach einem Orte, den die Erde vermöge ihrer Bewegung in der Zeit erreicht, welche das Licht zu seiner Bewegung nach der Erde gebraucht. Die Abweichung zwischen den beiden Richtungen, heißt die Aberration

des Lichtes. Sie beträgt, da das Licht in der Secunde 42000 Meilen und in gleicher Zeit die Erde 4.1 Meilen durchläuft, im Maximum, wenn beide Bewegungen senkrecht aufeinander gerichtet sind, 20.4 Bogensecunden.

Der Ort, an welchem man ein Gestirn in Wirklichkeit sieht, sollte der scheinbare genannt werden, gewöhnlich aber versteht man unter scheinbarem Ort denjenigen, welcher sich ergibt, wenn man von der Strahlenbrechung in der Atmosphäre absieht und sich in den Mittelpunkt der Erde versetzt denkt. — In dem scheinbaren Orte sind die Werthe der Nutation und Aberration mit enthalten. Der Ort eines Sterns, welcher von der Aberration und Nutation und dem Theile der Präcession, welcher von einer bestimmten Epoche an sich anhäuft, befreit ist, heißt der mittlere Ort des Sterns für die Epoche und um einen Ueberblick zu geben, wie die Sternkataloge eingerichtet sind, wollen wir die Positionen aller Sterne bis zur 4. Größe zusammenstellen, und zwar gültig für den Anfang des Jahres 1875. Um die Sterne auf eine andere Epoche leicht reduciren zu können, sind die Werthe der Präcession aufgeführt. In der folgenden Tabelle enthält die erste Columne die Bezeichnung des Sternes und des Sternbildes, in welchem er steht, die zweite die Größe, die dritte die gerade Aufsteigung (Ascensio recta, AR.), die vierte die Präcession in gerader Aufsteigung, die fünfte die Abweichung (Declinatio, δ.) und zwar bedeutet + nördlich vom Aequator, — südlich vom Aequator, und endlich die sechste Columne die Präcession in der Abweichung. Zu der Präcession ist, wo es möglich war, die jährliche Eigenbewegung gleich hinzugefügt.

Katalog aller Fixsterne bis zur 4. Größe, gültig für das Jahr 1875.

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s	s	°	
α Andromedae	2	0 1 55	+ 3s.09	+ 28 24'.0	+ 0'.33
β Cassiopeiae	2.3	2 31	+ 3.16	+ 58 27.6	+ 0.33
α Phoenicis	4	3 4	+ 3.06	— 46 26.1	+ 0.33
γ Pegasi	3.2	6 48	+ 3.08	+ 14 29.3	+ 0.34
σ Andromedae	4.5	11 47	+ 3.12	+ 35 5.5	+ 0.33
ι Ceti	3.4	13 4	+ 3.06	— 9 31.0	+ 0.33
β Hydri	3	18 9	+ 3.26	— 77 57.5	+ 0.33
α Phoenicis	2	20 6	+ 2.97	— 42 58.9	+ 0.33
β¹ Toucanae	4	25 48	+ 2.78	— 63 38.8	+ 0.33
κ Cassiopeiae	4.5	25 54	+ 3.36	+ 62 14.5	+ 0.33
ζ »	4	30 1	+ 3.31	+ 53 12.5	+ 0.33
κ Andromedae	4	30 19	+ 3.18	+ 33 1.9	+ 0.33
ε »	4	31 57	+ 3.16	+ 28 37.9	+ 0.33
δ »	3	32 39	+ 3.19	+ 30 10.6	+ 0.33
α Cassiopeiae	2.3	33 25	+ 3.36	+ 55 51.1	+ 0.33
β Ceti	2	37 19	+ 3.01	— 18 41.0	+ 0.33
ζ Andromedae	4	40 43	+ 3.17	+ 23 35.2	+ 0.32
η Cassiopeiae	4.3	41 33	+ 3.58	+ 57 9.1	+ 0.32
δ Piscium	4.5	42 12	+ 3.10	+ 6 54.3	+ 0.33
γ Andromedae	4	42 55	+ 3.27	+ 40 23.9	+ 0.33
γ Cassiopeiae	2	49 11	+ 3.57	+ 60 2.3	+ 0.33
μ Andromedae	4	49 49	+ 3.30	+ 37 49.2	+ 0.33
43 H. Cephei	4.5	52 1	+ 6.96	+ 85 35.1	+ 0.33
ε Piscium	4	56 27	+ 3.11	+ 7 13.0	+ 0.32
β Phoenicis	3	1 0 31	+ 2.70	— 47 23.3	+ 0.32
η Ceti	3	2 18	+ 3.00	— 10 50.6	+ 0.32
δ Andromedae	2.3	2 44	+ 3.34	+ 34 57.4	+ 0.32
β Cassiopeiae	4.5	3 29	+ 3.58	+ 54 29.1	+ 0.32
τ Piscium	4	4 47	+ 3.29	+ 29 25.5	+ 0.32
ν »	4	12 36	+ 3.38	+ 26 36.4	+ 0.32
α Urae minoris	2	12 59	+ 20.24	+ 88 38.6	+ 0.32
δ Cassiopeiae	3	17 39	+ 3.66	+ 59 35.1	+ 0.31
β Ceti	3	17 47	+ 3.00	— 8 49.7	+ 0.31
η Phoenicis	3	22 57	+ 2.62	— 43 57.4	+ 0.31
γ Piscium	4.3	24 48	+ 3.20	+ 14 42.0	+ 0.31
ζ Phoenicis	4	26 3	+ 3.49	— 49 43.5	+ 0.31
υ Andromedae	4.5	29 28	+ 3.50	+ 40 46.9	+ 0.31
ρ Persei	4.3	30 20	+ 3.64	+ 47 59.6	+ 0.31
α Eridani	1	33 3	+ 2.23	— 57 52.3	+ 0.31
φ Persei	4	35 50	+ 3.72	+ 50 3.5	+ 0.31
τ Ceti	4	38 19	+ 2.90	— 16 36.1	+ 0.30
ο Piscium	4	38 48	+ 3.16	+ 8 31.7	+ 0.30
ζ Ceti	3	45 17	+ 2.96	— 10 57.2	+ 0.30
κ Cassiopeiae	3.4	45 25	+ 4.24	+ 63 3.2	+ 0.30
α Trianguli	4.3	45 58	+ 3.40	+ 28 58.1	+ 0.30
γ Arietis	4.3	46 40	+ 3.28	+ 18 40.8	+ 0.30
ζ Piscium	4	47 5	+ 3.10	+ 2 34.2	+ 0.30
β Arietis	3.2	47 44	+ 3.30	+ 20 11.8	+ 0.30
χ Eridani	4	51 3	+ 2.27	— 52 14.0	+ 0.30
50 Cassiopeiae	4	52 48	+ 4.97	+ 71 48.9	+ 0.29
υ Ceti	4	54 7	+ 2.28	— 21 41.0	+ 0.29
α Hydri	3	54 49	+ 1.85	— 62 10.7	+ 0.29
α Piscium	3.4	55 35	+ 3.09	+ 2 9.6	+ 0.29
γ Andromedae	2.3	56 14	+ 3.65	+ 41 43.7	+ 0.29
α Arietis	2	2 0 8	+ 3.37	+ 22 52.2	+ 0.29
β Trianguli	3	2 6	+ 3.55	+ 34 23.7	+ 0.29
γ »	4.5	9 53	+ 3.54	+ 33 16.1	+ 0.28
φ Eridani	4	12 3	+ 2.14	— 52 5.4	+ 0.28
ο Ceti	var.	13 2	+ 3.03	— 3 32.8	+ 0.28
ι Cassiopeiae	4	18 47	+ 4.64	+ 66 50.3	+ 0.27
δ Hydri	4	19 32	+ 1.05	— 69 13.8	+ 0.27
β³ Ceti	4	21 31	+ 3.18	+ 7 53.9	+ 0.27
δ Ceti	4	23 5	+ 3.07	— 0 12.7	+ 0.26
θ Persei	4	35 40	+ 4.06	+ 48 41.9	+ 0.26
ι Eridani	4	35 44	+ 2.36	— 40 23.4	+ 0.26
γ Ceti	3.4	36 49	+ 3.10	+ 2 42.5	+ 0.26
μ »	4	38 11	+ 3.23	+ 9 35.1	+ 0.26

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s	s	°	
τ¹ Eridani	4.5	2 39 16	+ 2s.77	— 19 6'.9	+ 0'.26
η Persei	4.3	41 35	+ 4.33	+ 55 22.5	+ 0.25
41 Arietis	4	42 38	+ 3.51	+ 26 44.6	+ 0.25
τ Persei	4	45 24	+ 4.21	+ 52 14.9	+ 0.25
η Eridani	3	50 19	+ 2.93	— 9 23.8	+ 0.24
ε Arietis	4.5	52 4	+ 2.43	+ 20 50.4	+ 0.24
θ Eridani	3	53 31	+ 2.28	— 40 48.4	+ 0.24
α Ceti	2.3	55 45	+ 3.13	+ 3 35.9	+ 0.24
γ Persei	3	55 45	+ 4.30	+ 53 0.9	+ 0.24
τ³ Eridani	4.3	56 53	+ 2.65	— 24 6.9	+ 0.24
ρ Persei	4.3	57 10	+ 3.82	+ 38 21.3	+ 0.24
β »	var.	3 0 2	+ 3.88	+ 40 28.4	+ 0.24
ε »	4	0 3	+ 4.29	+ 49 8.0	+ 0.24
δ Arietis	4.5	4 29	+ 3.42	+ 19 15.1	+ 0.23
12 Eridani	3	6 45	+ 2.52	— 29 29.1	+ 0.23
ξ Arietis	4.5	7 43	+ 3.44	+ 20 35.9	+ 0.23
ζ Eridani	4	9 46	+ 2.91	— 9 17.1	+ 0.22
τ⁴ »	3	13 57	+ 2.66	— 22 12.8	+ 0.22
e Eridani	4.5	14 48	+ 2.12	— 43 33.3	+ 0.22
α Persei	2	15 24	+ 4.25	+ 49 24.8	+ 0.22
ο Tauri	4.3	18 5	+ 3.22	+ 8 33.2	+ 0.22
ξ »	4.3	20 24	+ 3.24	+ 9 17.7	+ 0.21
f »	4	23 58	+ 3.30	+ 12 30.4	+ 0.21
ε Eridani	3	27 2	+ 2.82	— 9 53.0	+ 0.21
τ⁵ »	4	28 16	+ 2.64	— 22 3.2	+ 0.21
10 Tauri	4.5	30 30	+ 3.07	+ 0 0.4	+ 0.20
δ Persei	3	34 2	+ 4.24	+ 47 23.1	+ 0.20
ο »	4	36 29	+ 3.74	+ 31 53.4	+ 0.20
ν »	4	36 42	+ 4.05	+ 42 10.9	+ 0.20
5 H. Camelopardi	4.5	37 12	+ 6.21	+ 70 56.6	+ 0.19
δ Eridani	3	37 16	+ 2.88	— 10 11.5	+ 0.19
17 Tauri	4	37 27	+ 3.55	+ 23 43.1	+ 0.19
η »	3	40 3	+ 3.55	+ 23 43.0	+ 0.19
27 »	4	41 44	+ 3.55	+ 23 40.2	+ 0.19
β Reticuli	4	42 37	+ 0.68	— 65 12.0	+ 0.19
ζ Persei	3	46 17	+ 3.76	+ 31 30.6	+ 0.18
τ⁹ Eridani	4	48 24	+ 2.55	— 24 59.2	+ 0.18
γ Hydri	3	49 12	— 1.09	— 74 37.4	+ 0.18
ε Persei	3.4	49 28	+ 4.00	+ 39 38.8	+ 0.18
ξ »	4	50 51	+ 3.87	+ 35 25.8	+ 0.18
γ Eridani	3	52 12	+ 2.80	— 13 51.9	+ 0.18
λ Tauri	4	53 45	+ 3.32	+ 12 8.1	+ 0.17
τ⁹ Eridani	4	54 46	+ 2.55	— 24 22.9	+ 0.17
ν Tauri	4	56 30	+ 3.18	+ 5 38.4	+ 0.17
ο Persei	4	59 35	+ 4.33	+ 47 22.6	+ 0.17
μ »	4	4 5 43	+ 4.38	+ 48 5.4	+ 0.16
o¹ Eridani	4.5	5 46	+ 2.93	— 7 9.9	+ 0.16
μ Tauri	4.5	8 45	+ 3.25	+ 8 34.8	+ 0.16
γ »	4	12 41	+ 3.41	+ 15 19.4	+ 0.15
γ Doradûs	4	12 45	+ 1.55	— 51 48.2	+ 0.15
α Reticuli	3	12 49	+ 0.75	— 62 47.3	+ 0.15
υ⁴ Eridani	3.4	13 10	+ 2.26	— 34 6.3	+ 0.15
δ¹ Tauri	4	15 44	+ 3.46	+ 17 14.8	+ 0.15
υ³ Eridani	4	19 20	+ 2.25	— 34 18.5	+ 0.14
ε Tauri	4.3	21 19	+ 3.50	+ 18 54.1	+ 0.14
θ¹ »	4	21 26	+ 3.41	+ 15 41.0	— 0.14
θ² »	4	21 32	+ 3.41	+ 15 35.5	+ 0.14
υ¹ Eridani	4	28 37	+ 2.36	— 30 1.0	+ 0.13
α Tauri	1	28 45	+ 3.44	+ 16 15.4	+ 0.13
ν Eridani	3.4	30 4	+ 2.99	— 3 36.6	+ 0.13
υ² »	4.3	30 42	+ 2.83	— 30 49.2	+ 0.13
α Doradûs	3	31 18	+ 1.28	— 55 18.3	+ 0.13
53 Eridani	4	32 28	+ 2.75	— 14 32.9	+ 0.12
τ Tauri	4.5	34 45	+ 3.59	+ 22 42.9	+ 0.12
μ Eridani	4.3	39 15	+ 3.00	— 3 29.1	+ 0.12
9 Camelopardi	4	41 38	+ 5.91	+ 66 7.6	+ 0.11
π³ Orionis	4	43 3	+ 3.29	+ 6 44.5	

Name.	Größe.	Gerade Aufſteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s		° ′	
π^4 Orionis	4.5	4 44 38	+3ˢ.19	+ 5 23′.4	+0″.11
ω Eridani	4.5	46 45	+ 2.94	− 5 39.8	+ 0.11
π^3 Orionis	4	47 44	+ 3.12	+ 2 14.0	+ 0.10
ι Aurigae	3	48 51	+ 3.90	+ 32 58.0	+ 0.10
10 Camelopardali	4	52 18	+ 5.31	+ 60 15.4	+ 0.10
ε Aurigae	4	53 0	+ 4.29	+ 43 38.2	+ 0.10
ζ »	4	53 45	+ 4.18	+ 40 53.5	+ 0.10
η »	4.3	57 45	+ 4.20	+ 41 3.8	+ 0.09
ε Leporis	4	5 0 10	+ 2.53	− 22 32.4	+ 0.09
β Eridani	3	1 42	+ 3.95	− 5 15.0	+ 0.08
λ »	4	8 10	+ 2.87	− 8 55.0	+ 0.08
μ Leporis	3.4	7 19	+ 2.69	− 16 21.3	+ 0.08
α Aurigae	1	7 27	+ 4.42	+ 45 59.1	+ 0.07
k Leporis	4	7 38	+ 2.77	− 13 5.4	+ 0.08
β Orionis	1	8 32	+ 2.88	− 8 20.9	+ 0.07
τ »	4	11 32	+ 2.91	− 6 57.9	+ 0.07
λ »	4	13 49	+ 2.76	− 13 18.4	+ 0.07
η »	3.4	18 12	+ 3.01	− 2 30.9	+ 0.06
β Tauri	2	18 23	+ 3.79	+ 28 30.0	+ 0.06
γ Orionis	2	18 26	+ 3.22	+ 6 14.1	+ 0.06
β Leporis	4	22 53	+ 2.57	− 20 51.6	+ 0.06
δ Orionis	2.3	25 37	+ 3.07	− 0 23.6	+ 0.05
ε Columbae	4	26 46	+ 2.13	− 35 33.8	+ 0.05
α Leporis	3	27 13	+ 2.65	− 17 54.8	+ 0.05
λ Orionis	4	28 15	+ 3.30	+ 9 50.9	+ 0.05
θ »	5.4	29 8	+ 2.93	− 5 28.4	+ 0.05
ι »	3	29 19	+ 2.93	− 5 59.6	+ 0.04
κ »	2	29 52	+ 3.04	− 1 17.0	+ 0.04
ζ Tauri	3.4	30 11	+ 3.58	+ 21 3.8	+ 0.04
σ Orionis	4.3	32 28	+ 3.01	− 2 40.4	+ 0.04
β Doradûs	4	32 33	+ 0.51	− 62 34.3	+ 0.04
ζ Orionis	2	34 27	+ 3.02	− 2 0.6	+ 0.04
α Columbae	2	35 7	+ 2.17	− 34 8.5	+ 0.04
γ Leporis	4	39 26	+ 2.52	− 22 29.3	+ 0.03
ζ »	4.3	41 18	+ 2.72	− 14 52.2	+ 0.03
κ Orionis	3.3	41 50	+ 2.84	− 9 43.0	+ 0.03
ν Aurigae	4	42 50	+ 4.15	+ 39 6.6	+ 0.03
δ Leporis	4	45 56	+ 2.56	− 20 53.2	+ 0.02
β Columbae	3	46 33	+ 2.11	− 35 49.2	+ 0.02
α Orionis	1	48 24	+ 3.25	+ 7 22.9	+ 0.02
δ Aurigae	4.3	49 14	+ 4.94	+ 54 16.3	+ 0.01
β »	2	50 22	+ 4.40	+ 44 55.9	+ 0.01
η Leporis	4	50 43	+ 2.73	− 14 11.6	+ 0.01
θ Aurigae	3	51 32	+ 4.09	+ 37 12.1	+ 0.01
γ Columbae	4	53 6	+ 2.12	− 35 17.9	+ 0.01
η Geminorum	3.4	6 7 20	+ 3.62	+ 22 32.4	− 0.01
μ »	3	15 24	+ 3.63	+ 22 34.5	− 0.02
ζ Canis majoris	2.3	15 31	+ 2.20	− 30 0.6	− 0.02
β »	2	17 12	+ 2.64	− 17 53.7	− 0.02
ξ Columbae	4	17 33	+ 2.19	− 33 22.4	− 0.03
α Argus	1	21 11	+ 1.33	− 52 37.6	− 0.03
λ Canis majoris	4.5	23 33	+ 2.22	− 32 30.1	− 0.03
γ Geminorum	2.3	30 29	+ 3.47	+ 16 30.2	− 0.04
ν Argus	3	33 56	+ 1.83	− 43 5.2	− 0.05
15 Monocerotis	4	34 6	+ 3.31	+ 10 0.6	− 0.05
ε Geminorum	3.4	36 14	+ 3.70	+ 25 15.2	− 0.05
ξ »	4.3	38 17	+ 2.37	+ 13 1.7	− 0.06
α Canis majoris	1	39 39	+ 2.65	− 16 32.8	− 0.06
θ Geminorum	3.4	44 33	+ 3.96	+ 34 6.6	− 0.06
κ Canis majoris	4	45 10	+ 2.34	− 33 21.9	− 0.07
τ Argûs	4	46 50	+ 1.48	− 50 28.0	− 0.07
α Pictoris	4	46 55	+ 0.63	− 61 48.6	− 0.07
θ Canis majoris	4.5	48 23	+ 2.80	− 11 53.0	− 0.07
ε » »	2	53 43	+ 2.36	− 28 48.2	− 0.08
ζ Geminorum	4	56 42	+ 2.56	+ 20 45.1	− 0.08
δ^2 Canis majoris	3.4	57 48	+ 2.50	− 23 39.1	− 0.08
γ » »	4.5	58 6	+ 2.71	− 15 26.9	− 0.08
δ » »	3	7 3 19	+ 2.44	− 26 11.7	− 0.09
22 Monocerotis	4.5	5 29	+ 3.06	− 0 16.3	− 0.09
λ Geminorum	4.3	10 54	+ 3.45	+ 16 45.8	− 0.10
δ »	3.4	12 39	+ 3.59	+ 22 12.6	− 0.10
π Argûs	3	12 44	+ 2.12	− 26 53.4	− 0.10
ι Geminorum	4	17 58	+ 3.74	+ 28 2.7	− 0.11
η Canis majoris	3.2	19 9	+ 2.37	− 29 3.6	− 0.11
β » minoris	3	20 22	+ 3.36	+ 8 33.2	− 0.12
σ Argûs	4	25 16	+ 1.91	− 43 3.0	− 0.12
α Geminorum	2.1	26 37	+ 3.84	+ 32 9.6	− 0.12
ο »	4.5	28 13	+ 3.71	+ 27 10.4	− 0.13
α Canis minoris	1	33 45	+ 3.14	+ 5 32.6	− 0.13
k Puppis	4.5	33 42	+ 2.46	− 26 31.1	− 0.13
26 Monocerotis	4.5	35 17	+ 2.87	− 9 15.6	− 0.13
κ Geminorum	4.3	36 34	+ 3.64	+ 24 41.8	− 0.14
η »	3.2	37 40	+ 3.68	+ 23 19.6	− 0.14
ε Puppis	4.5	40 48	+ 2.14	− 37 39.9	− 0.14
ξ Argûs	4.3	44 2	+ 2.52	− 24 33.8	− 0.15
χ »	3	53 26	+ 1.53	− 53 38.9	− 0.16
ζ »	2	59 12	+ 2.11	− 39 39.1	− 0.17
15 »	3	8 2 13	+ 2.56	− 23 56.5	− 0.17
γ »	2	5 41	+ 1.85	− 46 58.1	− 0.17
9 Canes	4.3	9 44	+ 3.26	+ 9 34.2	− 0.18
30 Monocerotis	4.3	19 25	+ 3.00	− 3 30.0	− 0.19
ο Ursae majoris	3.4	19 52	+ 5.04	+ 61 8.0	− 0.19
ε Argûs	2	19 57	+ 1.34	− 59 6.4	− 0.19
δ Hydrae	4.5	21 2	+ 3.18	+ 6 8.4	− 0.20

Name.	Größe.	Gerade Aufſteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s		° ′	
γ Cancri	4.5	8 36 3	+3ˢ.49	+ 21 55′.1	−0″.21
ε Argûs	4	36 43	+ 1.72	− 52 28.7	+ 0.21
δ Cancri	4	37 35	+ 3.42	+ 18 36.7	− 0.22
o^2 Argûs	4	38 34	+ 2.41	− 32 44.1	+ 0.21
ι Cancri	4	39 8	+ 3.65	+ 29 12.9	− 0.22
ε Hydrae	3.4	40 9	+ 3.18	+ 6-52.6	− 0.22
δ Argûs	3	41 15	+ 1.65	− 54 14.9	+ 0.22
ζ Hydrae	3.4	48 47	+ 3.18	+ 6 25.2	− 0.22
ι Ursae majoris	3	50 38	+ 4.14	+ 48 31.8	− 0.23
a^2 Canori	4	51 39	+ 3.28	+ 12 20.4	− 0.23
10 Ursae majoris	4	52 31	+ 3.92	+ 42 16.6	− 0.23
κ » »	3.4	55 5	+ 4.13	+ 47 38.9	− 0.23
λ Argûs	3	9 3 24	+ 2.20	− 43 55.7	+ 0.24
ω Carinae	4.5	4 36	+ 0.52	− 70 2.2	+ 0.24
θ Hydrae	4	7 52	+ 3.13	+ 2 50.4	− 0.25
38 Lyncis	4	11 4	+ 3.75	+ 37 19.8	− 0.25
β Argûs	1	11 50	+ 0.71	− 69 12.2	+ 0.25
40 Lyncis	3.4	13 26	+ 3.67	+ 34 55.2	− 0.25
ι Argûs	2	13 45	+ 1.60	− 58 45.0	+ 0.25
κ »	3	18 10	+ 1.86	− 54 38.7	+ 0.26
1 H. Draconis	4.5	19 5	+ 9.13	+ 81 52.6	− 0.25
α Hydrae	2	21 27	+ 2.95	− 8 7.1	+ 0.26
h Ursae majoris	3.4	21 39	+ 4.81	+ 63 36.4	− 0.26
θ » »	3	24 29	+ 4.05	+ 52 14.7	− 0.27
ψ Argûs	4	25 47	+ 2.37	− 39 55.2	+ 0.26
ι Hydrae	4.5	33 28	+ 3.06	− 0 34.5	+ 0.27
ο Leonis	4.3	34 29	+ 3.21	+ 10 27.6	− 0.27
ε »	3	38 45	+ 3.42	+ 24 30.9	− 0.27
υ Ursae majoris	4.3	42 5	+ 4.33	+ 59 37.5	− 0.28
υ Argûs	3	43 59	+ 1.50	− 64 29.6	+ 0.28
μ Leonis	4	45 39	+ 3.42	+ 26 35.7	− 0.28
φ Argûs	4	52 29	+ 2.10	− 53 58.4	+ 0.28
21 Leonis min.	4.5	10 0 3	+ 3.55	+ 35 51.2	− 0.29
η »	3.4	0 31	+ 3.28	+ 17 22.3	− 0.29
15 Sextantis	4.5	1 32	+ 3.07	+ 0 14.3	− 0.29
α Leonis	1.2	1 43	+ 3.20	+ 12 34.6	− 0.29
λ Hydrae	4	4 30	+ 2.94	− 11 44.2	+ 0.29
q Velorum	4	9 30	+ 2.52	− 41 30.3	+ 0.30
λ Ursae majoris	3.4	9 33	+ 3.64	+ 43 22.2	− 0.30
ζ Leonis	3	9 44	+ 3.35	+ 24 2.4	− 0.30
ω Argûs	4	10 46	+ 1.44	− 69 25.1	+ 0.30
γ Leonis	2	13 4	+ 3.30	+ 20 28.5	− 0.30
μ Ursae majoris	3	14 53	+ 3.60	+ 42 7.6	− 0.30
μ Hydrae	4	20 3	+ 2.91	− 16 11.9	+ 0.30
31 Leonis min.	4.5	20 39	+ 3.49	+ 37 30.8	− 0.30
Hydrae	4.5	21 31	+ 2.74	− 30 25.9	+ 0.30
ρ Leonis	4	26 14	+ 3.16	+ 9 56.9	− 0.31
p Carinae	4	27 35	+ 2.12	− 61 2.5	+ 0.31
θ Argûs	3	28 30	+ 2.13	− 63 44.4	+ 0.31
η »	var.	40 13	+ 2.31	− 59 1.6	+ 0.31
μ »	3	41 24	+ 2.56	− 48 45.5	+ 0.31
ν Hydrae	3.4	43 27	+ 2.95	− 13 22.5	+ 0.32
46 Leonis min.	4	46 19	+ 3.37	+ 34 53.3	− 0.32
54 » maj.	4.5	48 51	+ 3.27	+ 25 25.0	− 0.32
α Crateris	4	53 42	+ 2.95	− 17 38.0	+ 0.32
β Ursae majoris	2.3	54 17	+ 3.67	+ 57 3.1	− 0.32
b Leonis	4.5	55 39	+ 3.21	+ 20 51.0	− 0.32
α Ursae majoris	2	56 0	+ 3.76	+ 62 35.5	− 0.33
χ Hydrae	4.5	59 19	+ 2.90	− 26 37.1	+ 0.33
ψ Ursae majoris	3	11 2 38	+ 3.40	+ 45 10.6	− 0.33
ζ Crateris	4	5 31	+ 2.94	− 22 8.6	+ 0.33
δ Leonis	2.3	7 27	+ 3.20	+ 21 12.5	− 0.33
θ »	3.4	7 41	+ 3.16	+ 16 6.8	− 0.33
ξ Ursae majoris	4.3	11 31	+ 3.21	+ 32 °2.9	− 0.34
ν » »	3.4	11 43	+ 3.26	+ 33 46.6	− 0.33
δ Crateris	3.4	13 5	+ 3.00	− 14 6.1	+ 0.33
σ Leonis	4	14 41	+ 3.10	+ 6 42.8	− 0.33
π Centauri	4	15 18	+ 2.72	− 53 48.4	+ 0.33
ι Leonis	4	17 24	+ 3.13	+ 11 13.0	− 0.33
γ Crateris	4	18 38	+ 3.00	− 16 59.8	+ 0.33
λ Draconis	3.4	23 58	+ 2.64	+ 70 1.2	− 0.33
ξ Hydrae	4	26 59	+ 2.95	− 31 9.9	+ 0.33
λ Centauri	4	30 3	+ 2.74	− 63 19.7	+ 0.33
θ Crateris	4	30 21	+ 3.04	− 9 6.6	+ 0.33
ν Virginis	4.5	39 26	+ 3.09	+ 7 13.9	− 0.33
χ Ursae majoris	4	39 27	+ 3.20	+ 48 28.3	− 0.33
93 Leonis	4.5	41 33	+ 3.11	+ 20 54.9	− 0.33
δ »	2	42 41	+ 3.07	+ 15 16.2	− 0.33
β Virginis	3.4	44 11	+ 3.13	+ 2 38.1	− 0.33
β Hydrae	4	46 36	+ 3.02	− 33 12.7	+ 0.33
γ Ursae majoris	2.3	47 15	+ 3.19	+ 54 23.4	− 0.33
π Virginis	4.5	54 38	+ 3.07	+ 7 18.7	− 0.33
ο »	4	58 50	+ 3.06	+ 9 25.6	− 0.33
δ Centauri	3	12 1 53	+ 3.08	− 50 1.6	+ 0.33
ε Corvi	3	3 42	+ 3.08	− 21 55.4	+ 0.33
ρ Centauri	4	5 8	+ 3.11	− 51 40.3	+ 0.33
δ Crucis	3	8 31	+ 3.15	− 58 3.2	+ 0.33
δ Ursae majoris	3.4	9 14	+ 3.01	+ 57 43.6	− 0.33
γ Corvi	2	9 23	+ 3.09	− 16 30.8	+ 0.33
η Virginis	3.4	13 31	+ 3.07	+ 0 1.7	− 0.33
α Crucis	1	19 39	+ 3.27	− 62 34.3	+ 0.33
π Centauri	4.5	21 43	+ 3.17	− 38 20.9	+ 0.33
δ Corvi	3.3	23 25	+ 3.11	− 15 49.1	+ 0.33
γ Crucis	2	24 15	+ 3.28	− 56 34.6	− 0.33

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s	s	°	
Muscae	4	12 25 2	+ 3s.51	− 71 26'.5	− 0'.33
Corvi	2.3	27 46	+ 3.14	− 22 42.3	− 0.33
Canum ven.	4.5	27 48	+ 2.86	+ 42 2.2	− 0.33
Draconis	3.4	28 8	+ 2.60	+ 70 28.6	− 0.33
Muscae	4	29 45	+ 3.51	− 68 26.8	− 0.33
Centauri	3	34 38	+ 3.30	− 48 16.4	− 0.33
Virginis	3	35 20	+ 3.04	− 0 45.8	− 0.33
Muscae	4	38 38	+ 3.61	− 67 25.4	− 0.33
Crucis	2	40 26	+ 3.46	− 59 0.2	− 0.33
Urae majoris	2	48 31	+ 3.66	+ 56 38.3	− 0.33
Virginis	3	49 18	+ 3.02	+ 4 4.6	− 0.33
Canum ven.	3	50 11	+ 2.62	+ 38 59.6	− 0.33
Muscae	4	53 41	+ 3.97	− 70 52.4	− 0.33
Virginis	3.2	55 57	+ 2.99	+ 11 37.9	− 0.32
»	4.5	13 3 29	+ 3.10	− 4 52.3	− 0.32
Comae	4	6 2	+ 2.81	+ 28 30.7	− 0.31
Muscae	4	6 48	+ 3.99	− 67 13.8	− 0.32
Hydrae	3	12 8	+ 3.24	− 22 30.6	− 0.32
Centauri	3	13 35	+ 3.38	− 36 3.1	− 0.32
Virginis	1	18 37	+ 3.15	− 10 30.5	− 0.32
Urae majoris	2.3	18 53	+ 2.43	+ 55 34.7	− 0.32
Hydrae	var.	22 53	+ 3.37	− 22 38.0	− 0.31
Centauri	4.5	23 48	+ 3.45	− 38 45.6	− 0.31
Virginis	3.4	28 19	+ 3.05	+ 0 2.6	− 0.31
Centauri	3	33 3	+ 3.76	− 52 49.8	− 0.31
»	4	38 37	+ 3.42	− 32 24.6	− 0.30
»	4	42 1	+ 3.57	− 41 3.8	− 0.30
»	4	42 6	+ 3.59	− 41 51.0	− 0.30
Urae majoris	2	42 37	+ 2.37	+ 49 56.3	− 0.30
Bootis	4.5	43 29	+ 2.90	+ 16 25.1	− 0.30
Centauri	4.5	44 27	+ 3.44	− 32 22.4	− 0.30
»	4.5	46 1	+ 3.43	− 31 18.6	− 0.30
»	3	47 45	+ 3.71	− 46 40.3	− 0.30
Bootis	3	48 44	+ 2.86	+ 19 1.5	− 0.30
Centauri	1	55 1	+ 4.16	− 59 46.1	− 0.29
Virginis	4	55 17	+ 3.05	+ 2 9.0	− 0.29
Hydrae	4.3	59 15	+ 3.40	− 26 4.7	− 0.29
Centauri	3	59 21	+ 3.55	− 35 45.0	− 0.29
Draconis	3.4	14 1 0	+ 1.62	+ 64 58.4	− 0.29
Virginis	4.5	6 14	+ 3.19	− 9 41.5	− 0.28
Bootis	4.5	9 0	+ 2.15	+ 52 22.5	− 0.28
Virginis	4	9 28	+ 3.14	− 5 24.2	− 0.29
Bootis	1	9 58	+ 2.73	+ 19 50.0	− 0.31
Lupi	4	11 25	+ 3.81	− 45 28.9	− 0.28
Bootis	4	11 38	+ 2.29	+ 46 39.8	− 0.28
»	4.5	11 44	+ 2.13	+ 51 56.7	− 0.28
»	4.3	20 56	+ 2.04	+ 52 25.7	− 0.28
»	4.3	26 27	+ 2.59	+ 30 55.3	− 0.27
»	3.2	27 3	+ 2.42	+ 38 51.3	− 0.27
Centauri	3	27 35	+ 3.78	− 41 36.5	− 0.27
»	1	31 8	+ 4.03	− 60 18.9	− 0.26
Circini	4	32 27	+ 4.80	− 64 25.6	− 0.26
Lupi	3	33 38	+ 3.96	− 46 51.0	− 0.26
Bootis	4	34 51	+ 2.82	+ 16 57.3	− 0.26
»	3.4	35 11	+ 2.86	+ 14 15.9	− 0.26
Virginis	4	36 28	+ 3.16	− 5 6.8	− 0.26
Bootis	2.3	39 32	+ 2.62	+ 27 36.1	− 0.26
109 Virginis	4.3	39 56	+ 3.03	+ 2 25.2	− 0.26
Librae	3	43 46	+ 3.31	− 15 28.6	− 0.25
»	3	43 58	+ 3.31	− 15 31.2	− 0.25
Bootis	4	45 37	+ 2.76	+ 19 37.2	− 0.25
Lupi	3	50 21	+ 3.90	− 42 37.7	− 0.25
Centauri	3	51 2	+ 3.88	− 41 36.0	− 0.25
Ursae minoris	2	51 5	− 0.25	+ 74 40.0	− 0.25
Scorpii	3.4	56 46	+ 3.50	− 24 47.3	− 0.24
Bootis	3	57 14	+ 2.26	+ 40 53.1	− 0.24
»	4.5	59 5	+ 2.57	+ 27 26.2	− 0.24
Lupi	4	15 3 19	+ 4.28	− 51 37.3	− 0.23
Trianguli aust.	3	7 16	+ 5.51	− 68 12.9	− 0.23
Librae	2	10 17	+ 3.23	− 8 55.2	− 0.23
Bootis	3	10 28	+ 2.42	+ 33 46.9	− 0.23
Lupi	4	13 10	+ 3.91	− 40 11.7	− 0.22
»	4	14 12	+ 4.05	− 44 14.3	− 0.22
Bootis	4.3	19 46	+ 2.27	+ 37 49.0	− 0.21
Ursae minoris	3	20 57	− 0.14	+ 72 16.7	− 0.21
Draconis	3	22 9	+ 1.33	+ 59 24.3	− 0.21
Coronae bor.	4.3	22 41	+ 2.48	+ 29 32.3	− 0.21
Bootis pr.	4.5	26 26	+ 2.15	+ 41 15.6	− 0.21
Lupi	3	26 49	+ 3.98	− 40 44.7	− 0.21
Bootis seq.	4.5	27 18	+ 2.14	+ 41 19.5	− 0.21
Coronae	4	27 53	+ 2.41	+ 31 46.9	− 0.21
Librae	4.5	28 32	+ 3.34	− 14 22.3	− 0.21
Serpentis	3.4	28 50	+ 2.87	+ 10 57.5	− 0.21
Coronae bor.	2	29 24	+ 2.54	+ 27 8.2	− 0.21
Scorpii	4.5	29 26	+ 3.63	− 27 43.1	− 0.20
»	4.5	30 59	+ 3.67	− 29 21.9	− 0.20
Coronae	4	34 40	+ 2.26	+ 37 2.5	− 0.20
»	4.3	37 30	+ 2.52	+ 26 41.6	− 0.19
Serpentis	2.3	38 7	+ 2.95	+ 6 49.2	− 0.19
»	4.5	40 23	+ 2.92	+ 7 44.8	− 0.19
»	3.4	40 25	+ 2.77	+ 15 48.9	− 0.19
»	3.4	43 6	+ 3.13	− 3 2.8	− 0.19
»	4	43 7	+ 2.70	+ 18 31.7	− 0.19
Trianguli aust.	3	44 10	+ 5.25	− 63 2.3	− 0.19

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s	s	°	
Serpentis	3.4	15 44 35	+ 2s.99	+ 4 51'.3	− 0'.19
Ursae minoris	4.5	48 33	− 2.30	+ 78 10.7	− 0.18
Serpentis	4.3	50 41	+ 2.77	+ 16 4.3	− 0.18
Scorpii	3	51 18	+ 3.62	− 25 45.2	− 0.20
Coronae	4	52 25	+ 2.48	+ 27 14.5	− 0.18
Scorpii	2.3	52 57	+ 3.54	− 22 15.8	− 0.18
Lupi	4.5	55 1	+ 3.97	− 38 15.1	− 0.17
Scorpii	4.5	57 30	+ 3.30	− 11 1.6	− 0.17
»	3	58 10	+ 3.48	− 19 27.7	− 0.17
Herculis	4.5	58 54	+ 1.86	+ 46 23.1	− 0.17
Draconis	4.3	59 33	+ 1.11	+ 58 54.0	− 0.16
Scorpii	4	16 4 44	+ 3.47	− 19 8.0	− 0.16
Herculis	4	4 50	+ 1.88	+ 45 15.8	− 0.16
Ophiuchi	3	7 48	+ 3.14	− 3 22.3	− 0.16
»	3.4	11 42	+ 3.17	− 4 23.2	− 0.15
Scorpii	3.4	13 36	+ 3.64	− 25 17.4	− 0.15
Herculis	3.4	15 59	+ 1.80	+ 46 36.7	− 0.15
»	3	16 24	+ 2.64	+ 19 26.9	− 0.15
Scorpii	1	21 45	+ 3.67	− 26 9.1	− 0.14
Draconis	3.2	22 18	+ 0.81	+ 61 47.9	− 0.14
Ophiuchi	4.3	24 37	+ 3.03	+ 2 15.6	− 0.14
Herculis	2.3	24 51	+ 2.58	+ 21 45.8	− 0.13
Scorpii	3.4	28 6	+ 3.72	− 27 57.2	− 0.13
Herculis	4	30 4	+ 1.93	+ 42 41.8	− 0.13
Ophiuchi	3.2	30 17	+ 3.30	− 10 18.7	− 0.13
Draconis	4.5	33 14	+ 1.41	+ 53 9.1	− 0.12
Trianguli aust.	2	35 27	+ 6.28	− 68 47.7	− 0.12
Herculis	3.2	36 35	+ 2.26	+ 31 49.8	− 0.11
»	3	38 37	+ 2.06	+ 39 9.7	− 0.12
Arae	4	39 0	+ 5.14	− 58 49.9	− 0.12
Scorpii	3	42 6	+ 3.92	− 34 3.7	− 0.11
Scorpii	3	43 24	+ 4.05	− 37 49.9	− 0.11
»	4	43 52	+ 4.05	− 37 48.1	− 0.11
Herculis	4.5	45 34	+ 1.75	+ 46 12.2	− 0.11
Scorpii	3	45 48	+ 4.22	− 42 8.7	− 0.11
Ophiuchi	4.5	48 6	+ 2.84	+ 10 22.3	− 0.10
Arae	3	48 17	+ 4.94	− 55 47.4	− 0.10
»	4	49 38	+ 4.76	− 52 58.0	− 0.10
Ophiuchi	3.4	51 45	+ 2.83	+ 9 34.3	− 0.10
Herculis	3.4	55 30	+ 2.29	+ 31 6.7	− 0.09
Ursae minoris	4.5	58 51	− 6.39	+ 82 14.4	− 0.09
Scorpii	3	17 3 12	+ 4.28	− 43 4.2	− 0.08
Ophiuchi	2.3	3 13	+ 3.43	− 15 34.1	− 0.08
Draconis	3	8 26	+ 0.16	+ 65 52.1	− 0.07
Herculis	3.4	8 57	+ 2.73	+ 14 32.1	− 0.07
»	3	9 54	+ 2.46	+ 24 59.3	− 0.07
»	3.4	10 42	+ 2.09	+ 36 57.1	− 0.07
Ophiuchi	3.4	14 20	+ 3.68	− 24 52.4	− 0.07
Arae	3	14 53	+ 5.03	− 56 15.4	− 0.07
»	3	14 55	+ 4.97	− 55 24.5	− 0.07
Herculis	4	19 22	+ 2.07	+ 37 15.7	− 0.07
Arae	4	19 49	+ 5.40	− 60 34.5	− 0.06
»	3	22 11	+ 4.63	− 49 46.4	− 0.06
Scorpii	3	22 16	+ 4.07	− 37 11.6	− 0.06
»	3	25 8	+ 4.07	− 37 0.6	− 0.05
Draconis	3.2	27 37	+ 1.35	+ 52 23.7	− 0.05
Scorpii	3	28 20	+ 4.30	− 42 55.0	− 0.05
Ophiuchi	2	29 8	+ 2.78	+ 12 39.2	− 0.05
Draconis	4.5	29 43	+ 1.13	+ 55 16.2	− 0.04
Serpentis	4.3	30 26	+ 3.43	− 15 20.2	− 0.04
Scorpii	3	33 51	+ 4.14	− 38 57.8	− 0.04
Herculis	3.4	35 56	+ 1.70	+ 46 4.4	− 0.04
Ophiuchi	3	37 18	+ 2.96	+ 4 37.3	− 0.03
Scorpii	3	38 51	+ 4.19	− 40 4.6	− 0.03
»	4	41 21	+ 4.08	− 37 0.1	− 0.03
Herculis	3.4	41 34	+ 2.84	+ 27 47.7	− 0.04
Ophiuchi	4.3	41 37	+ 3.00	+ 2 45.3	− 0.03
Draconis	4.5	44 9	− 1.09	+ 72 12.2	− 0.02
»	3.4	51 22	+ 1.04	+ 56 53.6	− 0.01
Herculis	4	51 58	+ 2.05	+ 37 16.1	− 0.01
Ophiuchi	4.3	52 9	+ 3.30	− 9 45.4	− 0.01
Herculis	4.3	52 54	+ 2.33	+ 29 15.7	− 0.01
Draconis	2.3	53 42	+ 1.39	+ 51 30.2	− 0.01
Herculis	4.5	53 43	+ 2.29	+ 30 11.8	− 0.01
67 Ophiuchi	4	54 23	+ 3.00	+ 2 56.4	− 0.01
»	4.5	55 35	+ 3.04	+ 1 18.5	− 0.01
95 Herculis	4.5	56 12	+ 2.54	+ 21 35.7	− 0.01
Arae	4	56 54	+ 4.67	− 50 5.9	− 0.01
Sagittarii	4	57 2	+ 3.83	− 29 35.0	− 0.01
»	4	57 47	+ 3.84	− 30 25.4	− 0.01
70 Ophiuchi	4	59 18	+ 3.01	+ 2 32.2	− 0.01
»	3.4	18 1 25	+ 2.84	+ 9 32.8	0.00
Herculis	4.3	2 40	+ 2.34	+ 28 44.8	0.00
»	4.5	3 25	+ 2.56	+ 20 47.8	0.00
Sagittarii	4	6 17	+ 3.59	− 21 5.4	+ 0.01
Telescopii	4	9 10	+ 4.07	− 36 47.7	+ 0.01
Ursae minoris	4.5	12 39	−19.40	+ 86 36.4	+ 0.02
Sagittarii	3.4	12 59	+ 3.84	− 29 52.8	+ 0.02
Serpentis	3	14 50	+ 3.10	− 2 55.8	+ 0.01
Sagittarii	3.2	15 53	+ 3.99	− 34 26.4	+ 0.02
Telescopii	4	17 42	+ 4.45	− 46 2.1	+ 0.02
Herculis	4	18 22	+ 2.55	+ 21 42.9	+ 0.02
Sagittarii	3	20 16	+ 3.71	− 25 29.3	+ 0.02
Draconis	4.5	22 33	− 0.85	+ 71 16.2	+

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s		°	
γ Draconis	4.3	18 23 18	− 1ˢ.08	+ 72 40′.7	+ 0′.03
ζ Pavonis	4	28 26	+ 7.04	− 71 31.8	+ 0.04
ε Lyrae	1	32 42	+ 2.03	+ 38 40.1	+ 0.05
γ Sagittarii	4.3	37 51	+ 3.75	− 27 7.1	+ 0.05
4e Lyrae	4.5	40 12	+ 1.99	+ 39 32.4	+ 0.06
110 Herculis	4	40 17	+ 2.58	+ 20 25.7	+ 0.05
ζ Lyrae	4.5	40 28	+ 2.06	+ 37 28.6	+ 0.06
111 Herculis	4.5	41 30	+ 2.64	+ 16 2.6	+ 0.07
β Lyrae	4	45 28	+ 2.21	+ 33 13.1	+ 0.07
σ Sagittarii	2.3	47 31	+ 3.72	− 26 27.1	+ 0.07
113 Herculis	4.5	48 28	+ 2.53	+ 22 29.3	+ 0.07
θ Serpentis	4	50 0	+ 2.98	+ 4 2.6	+ 0.07
δ Lyrae	4.5	50 8	+ 2.10	+ 36 44.5	+ 0.08
ξ² Sagittarii	4	50 16	+ 3.58	− 21 16.1	+ 0.07
ε Aquilae	4	53 57	+ 2.72	+ 14 54.0	+ 0.08
ι Lyrae	3.4	54 16	+ 2.25	+ 33 31.2	+ 0.08
ζ Sagittarii	3.4	54 40	+ 3.83	− 30 3.4	+ 0.08
ο »	4	57 11	+ 3.59	− 21 55.3	+ 0.08
τ »	4.3	59 8	+ 3.75	− 27 50.9	+ 0.08
λ Aquilae	3.4	59 37	+ 3.19	− 5 4.1	+ 0.08
ζ »	3	59 40	+ 2.75	+ 13 40.7	+ 0.08
π Sagittarii	3	19 2 20	+ 3.57	− 21 12.2	+ 0.09
η Lyrae	4.5	9 30	+ 2.04	+ 38 56.3	+ 0.10
θ »	4.5	12 2	+ 2.08	+ 37 54.7	+ 0.10
δ Draconis	3	13 31	+ 0.03	+ 67 26.5	+ 0.10
β¹ Sagittarii	3	13 39	+ 4.33	− 44 41.6	+ 0.10
β² »	4	14 11	+ 4.34	− 45 2.0	+ 0.10
κ Cygni	4	14 13	+ 1.38	+ 53 8.3	+ 0.11
ρ Sagittarii	4	14 26	+ 3.48	− 18 4.8	+ 0.11
σ »	4	15 14	+ 4.16	− 40 50.8	+ 0.11
δ Aquilae	3.4	19 12	+ 3.03	+ 2 52.0	+ 0.11
α Vulpeculae	4.5	23 30	+ 2.50	+ 24 24.8	+ 0.12
β Cygni	3	25 41	+ 2.42	+ 27 41.9	+ 0.12
ι »	4	26 33	+ 1.51	+ 51 27.8	+ 0.12
ι Aquilae	4.5	30 15	+ 3.10	− 1 33.7	+ 0.13
ε Sagittae	4.5	34 31	+ 2.68	+ 17 43.7	+ 0.13
π »	4.5	35 36	+ 2.69	+ 17 11.3	+ 0.13
γ Aquilae	3	40 19	+ 2.85	+ 10 18.6	+ 0.14
ε Cygni	3	41 4	+ 1.57	+ 44 49.6	+ 0.14
δ Sagittae	4	41 49	+ 2.65	+ 18 13.6	+ 0.14
α Aquilae	1.2	44 41	+ 2.93	+ 8 32.5	+ 0.15
η »	4	46 6	+ 3.06	+ 0 41.2	+ 0.15
ε Pavonis	4	46 6	+ 7.04	− 73 14.2	+ 0.15
ε Draconis	4	48 35	− 0.17	+ 69 57.0	+ 0.15
β Aquilae	4	49 10	+ 2.95	+ 6 3.8	+ 0.15
κ Cygni	4.5	51 37	+ 2.35	+ 34 55.1	+ 0.16
γ Sagittae	4.3	53 13	+ 2.67	+ 19 9.2	+ 0.16
δ Pavonis	4	56 21	+ 5.76	− 66 29.3	+ 0.16
θ Aquilae	3	20 4 51	+ 3.10	− 1 11.4	+ 0.17
ο¹ Cygni	4	9 42	+ 1.89	+ 46 21.8	+ 0.18
33 »	4.5	10 30	+ 1.40	+ 56 11.1	+ 0.18
α¹ Capricorni	3.4	10 43	+ 3.33	− 12 53.6	+ 0.18
α² »	3.4	11 7	+ 3.33	− 12 55.8	+ 0.18
κ Cephei	4.5	13 4	− 1.90	+ 77 20.0	+ 0.18
γ Capricorni	3	13 59	+ 3.37	− 15 10.3	+ 0.18
υ Pavonis	2	15 45	+ 4.79	− 57 8.0	+ 0.19
ι Cygni	3.2	17 45	+ 2.15	+ 49 51.5	+ 0.19
41 »	4.5	24 17	+ 2.43	+ 29 57.1	+ 0.20
ε Delphini	4	27 14	+ 2.87	+ 10 52.8	+ 0.20
θ Cephei	4	27 29	+ 1.69	+ 62 34.5	+ 0.20
α Indi	3	28 46	+ 4.26	− 47 43.6	+ 0.20
β Delphini	3.4	31 41	+ 2.81	+ 14 9.7	+ 0.20
Aquilae	4.5	31 53	+ 3.10	− 1 32.4	+ 0.21
β Pavonis	3	33 41	+ 5.50	− 66 29.0	+ 0.21
α Delphini	4.3	33 58	+ 2.79	+ 15 28.3	+ 0.21
α Cygni	2.1	37 10	+ 2.04	+ 44 50.1	+ 0.21
δ Delphini	4	37 37	+ 2.80	+ 14 37.6	+ 0.21
ψ Capricorni	4.5	38 42	+ 3.57	− 25 43.0	+ 0.21
53 Cygni	4.5	40 30	+ 2.47	+ 30 13.8	+ 0.21
γ Delphini	3.4	40 31	+ 2.78	+ 15 40.5	+ 0.21
ε Aquarii	4.5	40 34	+ 3.25	− 9 37.1	+ 0.21
ε Cygni	2.3	41 9	+ 2.43	+ 33 30.2	+ 0.22
δ Aquarii	4.5	41 9	+ 3.17	− 5 29.1	+ 0.21
γ Cephei	4.5	42 45	+ 1.85	+ 61 21.2	+ 0.23

Name.	Größe.	Gerade Aufsteigung.	Jährliche Aenderung.	Abweichung.	Jährliche Aenderung.
		h m s		°	
ω Capricorni	4.5	20 44 22	+ 3ˢ.59	− 27 23′.1	+ 0′.21
β Indi	4	45 2	+ 4.74	− 58 55.5	+ 0.2
ν Cygni	4	52 31	+ 2.23	+ 40 41.2	+ 0.2
θ Capricorni	4	58 56	+ 3.37	− 17 43.6	+ 0.2
ξ Cygni	4	21 0 23	+ 2.18	+ 43 25.8	+ 0.2
ν Aquarii	4.5	2 47	+ 3.37	− 11 52.6	+ 0.2
ζ Cygni	3	7 37	+ 2.55	+ 29 42.9	+ 0.2
α Equulei	4	9 34	+ 3.00	+ 4 43.9	+ 0.2
τ Cygni	4	9 48	+ 2.39	+ 37 30.7	+ 0.2
σ »	4.5	12 30	+ 2.25	+ 38 52.3	+ 0.2
υ »	4.5	12 47	+ 2.46	+ 34 22.4	+ 0.2
ι Capricorni	4.5	15 17	+ 3.35	− 17 21.9	+ 0.2
α Cephei	3.2	15 36	+ 1.44	+ 62 3.4	+ 0.2
γ Pavonis	3	16 5	+ 5.03	− 65 56.3	+ 0.2
1 Pegasi	4.5	16 18	+ 2.77	+ 19 16.2	+ 0.2
ζ Capricorni	4	19 32	+ 3.44	− 22 57.1	+ 0.2
β Aquarii	3	24 59	+ 3.16	− 6 7.3	+ 0.2
β Cephei	3	27 2	+ 0.80	+ 70 0.7	+ 0.2
ρ Cygni	4.5	29 17	+ 2.25	+ 45 2.5	+ 0.2
γ Capricorni	4.3	33 10	+ 3.32	− 17 13.5	+ 0.2
α Pegasi	2.3	38 3	+ 2.95	+ 9 18.2	+ 0.2
μ Cygni	4.5	38 32	+ 2.66	+ 28 10.8	+ 0.2
κ Pegasi	4	38 59	+ 2.71	+ 25 4.4	+ 0.2
δ Capricorni	3	40 8	+ 3.30	− 16 41.5	+ 0.2
κ² Cygni	4.5	42 11	+ 2.21	+ 48 43.9	+ 0.2
γ Gruis	3	46 21	+ 3.64	− 37 57.1	+ 0.2
α Aquarii	3	59 22	+ 3.08	− 0 55.6	+ 0.2
ι »	4.5	59 41	+ 3.24	− 14 28.5	+ 0.2
α Gruis	2	22 0 20	+ 3.81	− 47 33.9	+ 0.2
ι Pegasi	4	1 12	+ 2.79	+ 24 44.1	+ 0.2
θ »	3.4	3 54	+ 3.03	+ 5 35.0	+ 0.2
π² »	4	4 26	+ 2.66	+ 32 33.9	+ 0.2
ζ Cephei	4.3	6 31	+ 2.07	+ 57 35.1	+ 0.2
α Toucanae	3	9 56	+ 4.18	− 60 52.9	+ 0.2
θ Aquarii	4.5	10 14	+ 3.15	− 6 24.3	+ 0.2
ι »	4.3	15 13	+ 3.10	− 2 1.0	+ 0.2
3 Lacertae	4.5	18 39	+ 2.35	+ 51 36.2	+ 0.2
δ¹ Gruis	4	21 48	+ 3.61	− 44 8.0	+ 0.2
ζ Aquarii	4	22 24	+ 3.08	− 0 39.5	+ 0.2
π Piscis aust.	4	24 24	+ 3.42	− 32 59.3	+ 0.2
δ Cephei	4	24 33	+ 2.21	+ 57 46.5	+ 0.2
ε Lacertae	4	26 6	+ 2.44	+ 49 38.4	+ 0.2
η Aquarii	4.3	28 56	+ 3.08	− 0 45.7	+ 0.2
ε Piscis aust.	4	33 45	+ 3.33	− 27 41.7	+ 0.2
β Gruis	3	35 11	+ 3.60	− 47 32.3	+ 0.2
ζ Pegasi	3.4	35 14	+ 2.99	+ 10 10.8	+ 0.2
η »	3	37 9	+ 2.81	+ 29 34.1	+ 0.2
λ »	4	40 31	+ 2.88	+ 22 54.5	+ 0.2
ε Gruis	4	41 0	+ 3.65	− 51 58.4	+ 0.2
τ Aquilae	4.5	42 58	+ 3.18	− 14 15.1	+ 0.2
μ Pegasi	4	43 58	+ 2.88	+ 23 56.5	+ 0.2
ι Cephei	4.3	45 14	+ 2.12	+ 65 32.6	+ 0.2
λ Aquarii	4	46 5	+ 3.12	+ 8 14.7	+ 0.2
δ »	3	48 1	+ 3.19	− 16 29.1	+ 0.2
α Piscis aust.	1.2	50 44	+ 3.33	− 30 17.0	+ 0.2
ο Andromedae	4	56 10	+ 2.75	+ 41 39.3	+ 0.2
β Pegasi	2.3	57 43	+ 2.80	+ 27 24.3	+ 0.2
α »	2	58 22	+ 2.99	+ 14 33.0	+ 0.2
ε¹ Aquarii	4.5	59 58	+ 3.23	− 21 25.1	+ 0.2
ε² »	4	23 2 47	+ 3.20	− 21 51.0	+ 0.2
φ »	4.5	7 41	+ 3.11	− 6 43.3	+ 0.2
γ Toucanae	4	10 6	+ 3.55	− 58 55.3	+ 0.2
Piscium	4	10 41	+ 3.11	+ 2 36.0	+ 0.2
θ »	4.5	21 38	+ 3.05	+ 5 41.6	+ 0.2
λ Andromedae	4	31 27	+ 2.92	+ 45 46.9	+ 0.2
ι »	4	32 0	+ 2.92	+ 42 24.6	+ 0.2
ι Piscium	4.5	33 31	+ 3.09	+ 4 56.9	+ 0.2
γ Cephei	3.4	34 14	+ 2.40	+ 76 56.1	+ 0.2
κ Andromedae	4	34 15	+ 2.93	+ 43 38.5	+ 0.2
A Aquarii	4	35 16	+ 3.12	− 18 30.5	+ 0.2
m² Aquarii	4.5	36 14	+ 3.11	− 15 14.0	+ 0.2
Piscis aust.	4.5	42 25	+ 3.13	− 28 49.3	+ 0.2
ω Piscium	4	52 54	+ 3.06	+ 6 10.3	+ 0.2
2 Cet	4.5	57 20	+ 3.05	− 15 1.9	+ 0.2

d) Veränderliche Sterne.

Durch genaue Beobachtungen hat man festgestellt, daß ein Teil der Fixsterne nicht immer dieselbe Helligkeit behält, sondern in gewissen Zeiten schwächer oder heller wird; solche Sterne heißen veränderliche Sterne.

Die Ansichten der Alten über die Helligkeit der Sterne sind sehr verschieden und widersprechend, daß man aber auf neuere Beobachtungen angewiesen ist, und daß es an Sternkarten noch fehlt, mit welchen man genau jetzige Änderungen in der Helligkeit berechnen könnte, können wir hier nur von denjenigen veränderlichen Sterne berücksichtigen, deren Helligkeit schon größere Schwankungen unterworfen ist.

Die Zahl der mit Sicherheit als veränderlich erkannten Sterne ist gegenwärtig über 130. Von ihnen sind aber die meisten, selbst in ihrer größten Helligkeit teleskopisch, d. h. schwächer als 6. Größe.

Man unterscheidet bei den veränderlichen Sternen drei Klassen: 1) solche, die sich regelmäßig verändern, die in jedem Maximum und ebenso in jedem Minimum ihrer Helligkeit dieselbe Größe zeigen, oder die in einer Periode ein Maximum und ein Minimum haben. 2) Sterne, die mehrere Maxima und Minima von

verschiedener Helligkeit haben; 3) Sterne, deren Veränderlichkeit sich noch in kein Gesetz bringen läßt (irregulär veränderlich).

Vor dem Jahre 1700 waren nur 3 oder 4 veränderliche Sterne bekannt: o Ceti (Mira), dessen Veränderlichkeit 1638 von Holwarda entdeckt*) wurde, und der im Maximum zuweilen heller als ein Stern 2. Größe, im Minimum unter 12. Größe ist. Die Periode des Lichtwechsels beträgt im Durchschnitt 331½ Tage, doch ist sie starken Schwankungen unterworfen, da sie zwischen 306 und 367 Tagen liegt. Von seiner größten Helligkeit bis er so schwach als ein Stern 6. Größe wird, braucht der Stern im Durchschnitt 74 Tage, dagegen von der 6. Größe bis zu seinem Maximum nur 43 Tage.

Der zweite veränderliche Stern, β Persei oder Algol, wurde 1667 von Geminiano Montanari als veränderlich erkannt, und seine Periode ist gegenwärtig 2 Tage 20 Stunden 48 Minuten 54 Secunden. Im Maximum gleicht er einem Stern 2. bis 3. Größe, im Minimum einem Stern 4. Größe, er bleibt in jeder Periode 2 Tage 13 Stunden in gleichem Glanze und nur 8 bis 9 Stunden ist er schwächer. Argelander hat gefunden, daß seine Periode mit der Zeit etwas kürzer geworden ist.

Der dritte veränderliche ist χ Cygni, entdeckt im Jahre 1687 von Kirch; er gleicht manchmal in seinem Maximum der Helligkeit einem Stern 4., manchmal nur einem Sterne 6. bis 7. Größe.

Auch kann man P Cygni dazu rechnen, dessen Veränderlichkeit Janssen im Jahre 1600 erkannte, der 1657 von der 3. Größe erschien und jetzt nahe constant 6. Größe ist.

Bis zum Jahre 1800 kannte man 11 oder 13 veränderliche Sterne. Die 8 oder 9, welche im vorigen Jahrhundert hinzukamen, sind R Hydrae, 1704 von Maraldi, R Leonis, 1782 von Koch, η Aquilae, 1784 von Pigott, β Lyrae und δ Cephei, 1784 von Goodricke, α Herculis 1795 von W. Herschel, R Coronae und R Scuti, 1795 von Pigott. Ebenso wurde die Veränderlichkeit von μ Cephei schon von W. Herschel entdeckt, doch kennt man die Periode derselben noch nicht. Die Entdeckung der andern Veränderlichen gehört diesem Jahrhundert an.

Unter den Sternen 1. Größe ist sicher veränderlich α Orionis und η Argus, unter den 2. Größe α Cassiopeja, β Persei, δ Orionis und β Pegasi, also 4. o Ceti und T Coronae sind nicht hierher zu rechnen, weil sie nur für kurze Zeit von der 2. Größe sind. Wenn W. Herschel meint, daß der dreißigste Theil der Sterne überhaupt veränderlich sei, ist diese Annahme wol etwas zu hoch gegriffen, doch ganz geringen Aenderungen scheinen viele Sterne unterworfen zu sein. Bemerkenswerth ist ferner, daß ein großer Theil dieser veränderlichen Sterne röthliches Licht hat und das Spectrum sich wesentlich von dem Spectrum anderer Sterne unterscheidet.

Woher diese Veränderlichkeit kommt, können wir mit Bestimmtheit noch nicht sagen. Von den Hypothesen, welche darüber existiren, führen wir die folgenden auf:

Man kann annehmen, daß die Sterne auf ihrer Oberfläche an verschiedenen Stellen verschiedene Leuchtkraft haben und sich in Rotation befinden, alsdann erklären sich, wenn man die Rotationszeit gleich der Periode der Veränderlichkeit annimmt, die Erscheinungen, welche wir bei der ersten Klasse der veränderlichen Sterne aufgeführt haben. In immer gleichen Perioden müssen dann immer gleich helle Maxima und gleich helle Minima stattfinden. Nimmt man mehrere dunkle oder helle Stellen auf der Oberfläche an, so erklären sich auch verschiedene Maxima und Minima in der Helligkeit.

Für diejenigen Sterne, welche nur ganz kurze Zeit schwächer werden, ist die zweite Hypothese, daß die veränderlichen Sterne von dunkeln Himmelskörpern (Planeten) umkreist werden, die, wenn sie zwischen uns und dem Stern sich vorüber bewegen, uns das Licht entziehen, hinreichend.

Eine dritte Hypothese setzt eine Achsendrehung bei stark abgeplatteter Gestalt und eine starke Schwankung der Umdrehungsaxe gegen die Gesichtslinie voraus, wodurch wir manchmal die sogenannte Breitseite des Himmelskörpers, ein anderes mal die schmale Seite sehen und infolge dessen auch mehr oder weniger Licht empfangen werden.

Als vierte Hypothese kann man endlich annehmen, daß auf Fixsternen Lichtanhäufungen, etwa Verbrennungen, oder Lichtverminderungen vorkommen, die sich entweder periodisch wiederholen oder auch unregelmäßig stattfinden. Ein Analogon haben wir in den Sonnenfackeln und Sonnenflecken. Während die ersten drei Hypothesen nur die Erscheinungen einzelner veränderlicher Sterne erklären, lassen sich durch die vierte Hypothese fast alle Erscheinungen darstellen.

Merkwürdig ist noch, daß bei den meisten veränderlichen Sternen die Lichtzunahme schneller vor sich geht, als die Lichtabnahme.

Endlich ist auch noch zu bemerken, daß die Mehrzahl der veränderlichen Sterne in der Nähe der Milchstraße sich befindet.

In dem folgenden Verzeichnisse der veränderlichen hellern Sterne, die in ihrem größten Lichte wenigstens die fünfte Größenklasse haben, weil unsere Sternkarten mit dieser Größenklasse abschliessen, ist gegeben: in der ersten Columne der Name, in der zweiten und dritten der Ort für 1875, in der vierten und fünften die jährliche Veränderung des Ortes durch die Präcession, in der sechsten und siebenten die Helligkeit im Maximum und Minimum, in der achten die Periode der Veränderlichkeit, in der neunten die Epoche, in welcher das Minimum oder Maximum stattfindet, nebst einigen Bemerkungen.

Bei der Bezeichnung der veränderlichen Sterne sind die Grundsätze beobachtet, daß die veränderlichen Sterne mit den Sternbildern und in diesen mit lateinischen Buchstaben bezeichnet sind, und zwar um eine Verwechselung mit den von Bayer 1603 eingeführten möglichst zu vermeiden, mit den großen Buchstaben des Alphabets von R an. Für die veränderlichen Sterne, welche jedoch bereits Bezeichnungen, meistens mit griechischen Buchstaben, hatten, sind selbige, um keine Verwirrung herbeizuführen, beibehalten.

Unter den hier nicht aufgeführten teleskopischen veränderlichen Sternen sind durch ihre kurze Periode sowol als durch ihre Lichtschwankung merkwürdig: S Cancri, bei welchem die Periode 9 Tage 11 Stunden 37.8 Minuten ist, während 8 Tage 19 Stunden ist er 8.2. Größe, dann geht er innerhalb 6 Stunden bis zur 10.2. Größe herab, um in den nächsten 10 Stunden wieder bis zur 8.2. Größe zu steigen. Bei U Sagittarii ist die Periode 6 Tage 17 Stunden 51.2 Minuten, die Helligkeit schwankt zwischen 7.5 und 9. Größe, bei W Virginis ist die Periode 17.3 Tage, die Helligkeit schwankt zwischen 8.8 und 10.4. Größe.

*) Schon 1596 sah Fabricius diesen Stern als Stern 3. Größe, er verschwand im October desselben Jahres, 1609 erblickte derselbe Beobachter ihn von neuem.

Katalog der hellern veränderlichen Sterne.

Name.	Gerade Aufsteigung 1875.	Abweichung 1875.	Jährliche Aenderung in gerader Aufsteigung.	Jährliche Aenderung in Abweichung.	Größe im Maximum.	Größe im Minimum.	Periode.	Epoche.
	h m s	° ′	s					
α Cassiopejae	0 33 25	+ 55 51	3.36	+ 0′.33	2.2	2.8	Irregulär	
o Ceti (Mira)	2 13 2	— 3 33	3.02	+ 0.28	1.7	9.5	331t. 3363	Mittleres Maximum = 1872, Mai 8.
ρ Persei	2 57 10	+ 38 21	3.81	+ 0.24	3.4	4.0	Irregulär	Ein röthlicher Stern.
β »	3 0 2	+ 40 28	3.87	+ 0.24	2.2	3.7	2t 20st 48m 54s	Minimum = 1871, Juli 24. 9h.
λ Tauri	3 53 45	+ 12 8	3.31	+ 0.18	3.4	4.3	3t 22st 52m.4	Minimum = 1871, Juli 14. 22h.
ε Aurigae	4 53 0	+ 43 38	4.29	+ 0.10	3.5	4.5	Irregulär	Farbe weißlich.
δ Orionis	5 25 37	— 0 24	3.06	+ 0.05	2.2	2.7	Irregulär	Die Periode vielleicht 16 Tage.
α »	5 48 24	+ 7 23	3.25	+ 0.02	1.0	1.4	196t ?	Farbe sehr roth.
S Monocerotis	6 34 6	+ 10 1	3.31	— 0.05	4.9	5.6	3t 10st 38m	Minimum = 1871, Juli 31. 11h.
ζ Geminorum	6 56 41	+ 20 45	3.56	— 0.08	3.7	4.5	10t 3st 46m	Minimum = 1871, Juli 14. Farbe gelbrot
R Leonis	9 40 50	+ 12 0	3.23	— 0.28	5.0	10.2	312t.6	Minimum = 1871, Februar 25.
η Argo	10 40 13	— 59 2	2.31	— 0.31	1.0	6.0	Irregulär	Gelbroth.
R Hydrae	13 22 53	— 22 38	3.27	— 0.31	4.0	11.0	442t	Maximum = 1871, Juli 5.
δ Librae	14 54 18	— 8 1	3.20	— 0.24	4.9	6.0	2t 7st 51m 20s	Minimum = 1871, Juli 22. 13h.
T Coronae	15 54 16	+ 26 16	2.51	— 0.16	3.0	9.3	Irregulär	Leuchtete 1866 im Mai plötzlich als Stern 2.
g Herculis	16 24 32	+ 42 10	1.97	— 0.13	4.9	6.2	Irregulär	
α »	17 8 57	+ 14 32	2.73	— 0.07	3.1	3.9	Irregulär	Farbe röthlich. Periode vielleicht 66 Tage.
X Sagittarii	17 39 41	— 27 47	3.77	— 0.03	4.0	6.0	7t 0st 25m 34s	Maximum = 1871, Juli 6. 13h.
W »	17 57 2	— 29 35	3.83	— 0.01	5.0	6.5	7t 14st 8m 35s	Maximum = 1871, Juli 1. 18h.
R Scuti	18 40 49	— 5 50	3.21	+ 0.06	4.7	9.0	71t.7	Minimum = 1871, Juli 6. Farbe roth.
β Lyrae	18 45 28	+ 33 13	2.21	+ 0.06	3.5	4.5	12t 21st 51m 0s	⎫ Hauptminimum = 1871. Juli 23. 5h. ⎭ Nebenminimum 3,9 Größe.
R »	18 51 32	+ 43 47	1.83	+ 0.08	4.3	4.6	46t	Periode unsicher. Farbe röthlich.
X Cygni	19 45 46	+ 32 36	2.31	+ 0.15	4.0	13.0	406t.12	Maximum = 1871, Juli 16. Farbe rothgelb
η Aquilae	19 46 6	+ 0 41	3.06	+ 0.15	3.5	4.7	7t 4st 14m 4s	Minimum = 1871, Juli 11. 9h.
P Cygni	20 13 11	+ 37 39	2.21	+ 0.18	3.0	6.0	Irregulär	Wurde 1600 plötzlich wahrgenommen.
T »	20 42 12	+ 33 55	2.39	+ 0.22	5.0	6.0	Irregulär	
μ Cephei	21 39 41	+ 58 12	1.83	+ 0.27	4.0	5.0	Irregulär	Sehr roth.
δ »	22 24 32	+ 57 47	2.21	+ 0.31	3.7	4.9	5t 8st 47m 40s	Minimum = 1871, Juli 7. 13h.
β Pegasi	22 57 43	+ 27 24	2.90	+ 0.32	2.2	2.7	Irregulär	Farbe orange.
R Cassiopejae	23 52 4	+ 50 41	3.01	+ 0.33	4.8	12.0	428t.9	Maximum = 1870, Dec. 11. Farbe intensiv

e) Neu erschienene Sterne.

Mit den veränderlichen Sternen nahe verwandt sind die plötzlich erschienenen und wieder verschwundenen Sterne, jedoch ist jetzt sicher, daß ein Theil dieser neuen Sterne, wie man sie nennt, zu den veränderlichen gehört, wenn auch ihre Veränderlichkeit keine regelmäßige ist. Auch diese Sterne haben sich meistens in der Nähe der Milchstraße gezeigt und ihre Farbe häufig geändert.

In den alten Chroniken, besonders aber in den chinesischen Annalen, sind vielfach neue Sterne aufgeführt, jedoch ist die Beschreibung so mangelhaft, daß man nicht weiß, ob man es mit wirklichen neuen Sternen, oder nur mit plötzlich erschienenen Meteoren zu thun hat. Für uns genügt es, von einigen dieser Sterne, welche mit Sicherheit beobachtet sind, kurze Notizen zu geben.

Nach den chinesischen Annalen sowol als auch nach der Nachricht des Plinius erschien im Jahr 134 vor Christi Geburt im Skorpion ein heller Stern, welcher den Astronomen Hipparch veranlaßte, ein genaues Verzeichniß derjenigen Sterne anzufertigen, welche man damals sah. Es entstand daraus der schon erwähnte Katalog von 1026 Sternen, welchen Ptolemäus im „Almagest" gibt.

Der berühmteste der neu erschienenen Sterne ist der Tychonische vom Jahre 1572 (1875 AR = $0^h\ 17^m\ 52^s$, $\delta = +\ 63°\ 27'$). Tycho Brahe beobachtete ihn am 11. Nov. und sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Wega und des Jupiter, er konnte am besten mit der Venus verglichen werden. Doch schon im December nahm seine Helligkeit ab, im Januar 1573 glich er dem Jupiter, im Februar und März nur noch Sternen 1. Größe; für April und Mai war er so hell als Sterne 2. Größe und so nahm er ab, bis er im Nov. 1573 nur noch einem Sterne 4. Größe glich und im März 1574 für das bloße Auge spurlos verschwand, nachdem er 17 Monate sichtbar gewesen war. Farbe dieses Sterns war in den ersten 2 Monaten seiner Sichtbarkeit weiß, dann wurde sie gelb, im Jahr 1573 nennt Tycho sie roth, im Mai kehrte weiße Farbe zurück und so blieb der Stern bis Verschwinden.

Im Jahre 1604 erschien im Sternbilde des Ophiuchus (1875 AR = $17^h\ 23^m\ 9^s$, $\delta = -\ 21°\ 22'$) ein den besonders Kepler beobachtete und der deshalb Kepler'sche Stern genannt wird. Am 10. Oct. glänzte er heller als Jupiter und Saturn, doch nicht hell als Venus. Anfang Jan. 1605 war er heller als Antares, aber von geringerer Helligkeit Arktur; Ende März glich er nur noch einem 3. Größe und zwischen Febr. und März 1606 schwand er dem bloßen Auge.

Im Jahr 1670 am 20. Juni sah Anthelm bei β Cygni einen neuen Stern 3. Größe (1875 $19^h\ 42^m\ 26^s$, $\delta = +\ 27°\ 0'$), welcher am 20. nur noch 5. Größe war und der nach drei M verschwand; am 17. März 1671 war er wieder 4. Ende März 1672 verschwand er und ist seitdem wieder gesehen.

Im Jahre 1848 wurde ein von Hind im Ophiuchus gefundener Stern (Mira Ophiuchi) (1875 AR = $52^m\ 30^s$, $\delta = -\ 12°\ 42'$) zu den neuen Sternen gerechnet, doch gehört selbiger, obwol er zu seiner Sichtbarkeit, in der Hind ihn sah (5. Größe), nicht zurückgekehrt, wahrscheinlich zu den Veränderlichen, er jetzt im Fernrohr als ein schwacher, oft mehr oder weniger heller Stern erscheint.

Ebenso ist ein Stern in der Krone (T Coronae AR = $15^h\ 54^m\ 16^s$, $\delta = +\ 26°\ 16'$), im Jahre 1866 im Mai plötzlich als Stern 2. Größe gesehen, seitdem als ein Stern zwischen 8. und 10. Größe sichtbar, unter den veränderlichen aufgeführt.

Wie diese neuen Sterne entstehen, was für Ursachen

körper sie sind, darüber ist man bei weitem noch nicht im Klaren. Verschiedene von den Alten, von Tycho Brahe, Riccioli u. a. aufgestellte Hypothesen sind nicht mehr stichhaltig. Höchst wahrscheinlich sind es Himmelskörper, auf denen Ansammlungen von Gasen durch irgendeine Ursache entzündet werden, dann nach und nach verbrennen, sodaß nur während dieser Zeit die Sterne hell aufleuchten und nachher in durch die weite Entfernung bedingte Unsichtbarkeit zurückkehren. Möglich auch, daß sich im Weltraum kosmisches Gewölk durch irgendwelche Kräfte zusammenballt, plötzlich durch irgendeine Ursache leuchtend wird und die Erscheinung neuer Sterne hervorruft.

f) Die Milchstraße.

Jeder aufmerksame Beobachter wird am Himmel in der Vertheilung der Sterne eine große Verschiedenheit wahrnehmen, an einigen Stellen sind nur wenig, an andern Stellen viele Sterne aufgehäuft. Ganz besonders aber fällt ein über den ganzen Himmel gehender, sich oft in mehrere Theile spaltender Streifen ins Auge, der weißlich, milchig schimmert und daher die Milchstraße (via lactea) genannt wird. Auf der nördlichen Halbkugel des Sternhimmels zieht durch das Sternbild der Cassiopeja die Milchstraße (Taf. 1, Fig. 1), welche hier nahe am schmälsten ist; nur ein Hauptstrom ist erkennbar, welcher durch den Perseus geht und mit geringer Helligkeit im Fuhrmann erscheint. Im Stier wird die Milchstraße breiter und scheint sich zu theilen, da sie in der Mitte dunkler ist. Sie schließt in sich das Sommersolstitium der Ekliptik, berührt den Orion, zieht sich nach dem Aequator, den sie im Einhorn durchschneidet. Von hier an auf der südlichen Halbkugel (Taf. 2, Fig. 1) nimmt ihre Helligkeit an beiden Rändern beträchtlich zu, im Schiffe Argo erscheint sie wieder ganz schmal, wird etwas schwächer in der Nähe von γ und ε Argus, dann wieder breiter, aber schnell wieder schmäler gegen das südliche Kreuz, wo sie einen Streifen von nur 3—4° Breite bildet. Gleich darauf dehnt sie sich zu einer hellern und breitern Masse aus, welche den Stern α Crucis einschließt, darauf trennt sich ein Zweig ab, welcher sich bis in den Wolf (Lupus) hineinzieht und dort verschwindet. Bei β und α Centauri sieht man einen schwarzen birnförmigen Fleck — Kohlensack — eine sehr merkwürdige Gegend des südlichen Himmels, die ihre auffallende Dunkelheit nur dem Contraste mit einer der hellsten Gegenden der Milchstraße verdankt. Bei dem Sternbilde des Winkelmaßes (Norma) entsteht eine neue Theilung der Milchstraße. Der südliche Strom ist der Hauptstrom, geht durch den Altar, einen Theil des Skorpions, nach dem Schützen, wo er in der Nähe des Wintersolstitienpunktes die Ekliptik durchschneidet, dann läuft er in ununterbrochen flockiger Gestalt fort durch den Adler (vgl. wieder Taf. 1), den Pfeil, den Fuchs bis zum Schwan, wo er sich mit dem nördlichen Zweige, welcher anfangs unregelmäßige Formen hat, sich durch den Ophiuchus und Fuchs zieht, vereinigt. Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend, zwischen ε, γ und α im Schwan ist eine breite dunkle Lücke, die gleichsam einen Mittelpunkt bildet, von dem wieder mehrere Ströme auslaufen. Der Hauptstrom geht zur Cassiopeja, von wo wir ausgegangen sind.

Die Milchstraße erscheint im Fernrohr ganz anders als mit bloßem Auge: der Lichtschimmer verschwindet und an dessen Stelle treten eine große Anzahl teleskopischer Sterne, die für das bloße Auge zu schwach und zu nahe beieinander stehen, um ohne Teleskope einzeln und voneinander getrennt gesehen werden zu können. An einzelnen Stellen sind die Sterne so zahlreich zu kleinen Haufen vereinigt, daß nur die stärksten Fernröhre im Stande sind, erkennen zu lassen, daß es einzelne Sterne sind. Solche Haufen heißen **Sternhaufen**, und wegen der großen Anzahl von Sternen in ihnen werden diese wieder einem Beobachter, der sich in dem Sternhaufen selbst, sei es in der Mitte, sei es nahe an der Grenze, befindet, als eine neue Milchstraße erscheinen müssen.

Andere Stellen in der Milchstraße lassen sich aber selbst in den stärksten Fernröhren nicht in einzelne Sterne auflösen, sie bleiben immer von nebelhaftem Ansehen und gleichen weißen, wolligen Flocken, welche Nebelflecke heißen. Sternhaufen und Nebelflecke sind aber, wenn auch minder zahlreich als in der Milchstraße, über den ganzen Himmel verbreitet, und man hat diesen Objecten seit etwas mehr als hundert Jahren besondere Beobachtung geschenkt.

g) Sternhaufen und Nebelflecke.

Einige dieser Objecte sind bald nach der Entdeckung des Fernrohrs wahrgenommen. Ein Nebelfleck in der Andromeda wurde bereits im Jahre 1612 von Simon Marius gesehen, der große Nebel im Orion ist zuerst im Jahre 1659 von Huyghens beschrieben worden. Einige andere, dem bloßen Auge leichter sichtbare, hat man schon sehr früh gekannt und gehören hierher, wenn man die Sternhaufen im weitesten Sinne des Wortes nimmt, auf der nördlichen Himmelskugel die Plejaden, die Krippe im Krebs, auf der südlichen Hemisphäre zwei weiße, helle Flecken, welche die Magellanischen Wolken oder Capwolken genannt werden und schon vor der Entdeckung Amerikas den Schiffern, welche von Bab-el-Mandeb nach Indien gingen, nicht unbekannt waren.

Doch erst Messier brachte die Nebelflecken und Sternhaufen, welche er mit schwachen Fernröhren sah und die viele Aehnlichkeit mit kleinen Kometen haben, in ein Verzeichniß, weil er ihre Lage kennen mußte, um sie bei seinen Nachforschungen von neuentdeckten Kometen unterscheiden zu können.

William Herschel durchsuchte systematisch mit seinen guten Teleskopen den Himmel nach diesen Objecten und entdeckte mehr als 3000, welchen sein berühmter Sohn John Herschel durch Beobachtungen, besonders am Cap der guten Hoffnung, noch mehrere Tausende hinzufügte und in neuester Zeit ist die Zahl der Nebel durch andere Astronomen, wenn auch nicht bedeutend, doch mehrfach vergrößert worden.

William Herschel theilte die Nebel und Sternhaufen in **acht** verschiedene Klassen, die wenigstens im allgemeinen einen Ueberblick über die eigenthümliche, oft wunderbare Form und Gestaltung geben.

Die **erste** Klasse enthält die hellglänzenden Nebel, die sich auch durch die besten Teleskope nicht in Sterne auflösen lassen, deren führt Herschel 288 auf. In die **zweite** Klasse rechnet er lichtschwächere Nebel, sein Verzeichniß hat 907, in die **dritte** die sehr mattschimmernden, ebenfalls unauflösbaren Nebel, die Zahl ist 978. Die **vierte** Klasse nennt er planetarische Nebel, die sich durch kreisrunde Gestalt von 5, 10 und mehr Secunden Durchmesser und durch gleiche Lichtmenge in allen ihren Theilen auszeichnen, während die Gestalt der Objecte der ersten drei Klassen eine völlig unregelmäßige und die Lichtmenge in den einzelnen Theilen eine sehr verschiedene ist. In die vierte Klasse rechnet er auch die Nebelsterne und Sternnebel, von welchen die erstern helleuchtende Fixsterne mit kreisrunden, nebeligen Atmosphären sind, deren Grenzen sich allmählich verlieren, während die Sternnebel aus Fixsternen bestehen, um welche ein Nebel von bes-

Gestalt, etwa der eines Fächers oder eines Wulstes, befindlich ist.

Die fünfte Klasse enthält 52 sehr große und oft mehrere Quadratgrade ausgebreitete Nebelstellen mit auslaufenden Zweigen oder Armen.

Die sechste, siebente und achte Klasse enthalten die Sterngruppen, die Sternhaufen und die eigentlichen Anhäufungen kleiner, dichtgedrängter Sterne. In die sechste Klasse gehören die sehr sternreichen Flecke am Himmel, in die siebente mehr dichtgedrängte und meistens kreisrunde Sternhaufen und in die achte unordentlich zerstreute Gruppen von kleinen Fixsternen, deren erster Anblick aber zeigt, daß sie zusammengehören und ein eigenes System von Fixsternen am Himmel bilden.

Erwähnt ist schon, daß eine große Zahl dieser Sternhaufen und Nebelflecke in der Milchstraße oder deren Nähe sich befindet; sie sind hauptsächlich im Orion, im Schiff Argo, im Schützen und Schwan und besonders in einer Zone, welche durch den Löwen, den großen Bären, die Jagdhunde, das Haupthaar der Berenice, den Bootes und die Jungfrau geht, angehäuft. Am südlichen Sternhimmel sind sie verhältnißmäßig gleichmäßiger vertheilt als am nördlichen, nur in den Capwolken sind sie ungemein concentrirt. Die Nebelmassen nehmen am Himmel einen bedeutenden Raum ein und W. Herschel schätzt die Flächenräume, welche die von ihm beobachteten Nebel einnehmen, auf über 200 Quadratgrade, ein Beweis, wie groß diese Massen sind.

Ueber Veränderungen der Nebelflecke in Betreff des Ortes haben wir noch keine ganz sichere Grundlage, obwol es scheint, daß bei einem Doppelnebel in den Zwillingen ($AR = 7^h\ 17^m\ 40^s$, $\delta = +29°\ 44'$) die Entfernung zwischen beiden sich geändert hat. Dagegen ist mit ziemlicher Sicherheit constatirt, daß einige ihre Helligkeit geändert haben. So wurde ein Nebel im Stier ($AR = 3^h\ 21^m\ 37^s$, $\delta = +30°\ 57'$) 1859 mit einem dreizölligen Objectiv, 1862 kaum mit einem zehnzölligen gesehen; ebenso ist ein Nebel in den Plejaden ($AR = 3^h\ 38^m\ 45^s$, $\delta = +23°\ 24'$) jetzt nur mit Mühe zu finden, während er 1859 schon mit einem kleinen Fernrohr zu sehen war. Endlich ein dritter ($AR = 4^h\ 40^m\ 40^s$, $\delta = +19°\ 13'$) konnte 18[illegible] Mondschein gesehen werden und 1862 war er [illegible] dem großen pulkowaer Refractor eben sichtbar.

Ueber die Natur der Nebel wissen wir noch [illegible] Kosmische, im ganzen Weltraum verbreitete Massen ballen sich vielleicht zusammen und nehmen nach den in ihnen vorgehenden Kämpfen um das Gleichgewicht die verschiedensten Formen an, und die [illegible] welcher man eine Zeit lang früher zugethan war, alle Nebelflecke nur zu dicht gedrängte Sterne seien, als daß man sie mit unsern jetzigen optischen Hülfsmitteln auflösen könnte, hat durch die neuen Untersuchungen der Spectralanalyse eine, wenn nicht absolut sichere, doch sehr wahrscheinliche Widerlegung gefunden. Das Spectrum dieser Nebel ist nicht wie das der Fixsterne continuirlich, d. h. gleichmäßig fortgehend und nur durch zahlreiche dunkle Linien unterbrochen, sondern discontinuirlich, bestehend aus mehrern hellen Linien, ähnlich dem Spectrum der [illegible].

Das vollständigste Verzeichniß von Sternhaufen und Nebelflecken mit Benutzung der frühern hat John [illegible] in den „Philosophical Transactions" für 1864 unter dem Titel: „Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars. By Sir John Frederick William Herschel" [illegible] welches 5079 Objecte enthält, herausgegeben.

Wir führen hier die hellern, welche schon mit kleinen Fernröhren sichtbar und meistens schon von Messier beobachtet sind, und einige der interessantesten und merkwürdigsten auf. In dem folgenden Verzeichniß enthält die erste Columne die laufende Nummer, die zweite Columne die Nummer im obigen Kataloge von J. Herschel von 1864, die dritte Columne die Nummer des Messier'schen Verzeichnisses, die vierte und fünfte Columne die gerade Aufsteigung (AR) und Abweichung (δ), beides für 1875, die fünfte und siebente die jährliche Veränderung in AR und δ, und endlich die Bemerkungen über die Eigenthümlichkeiten, wie sie gesehen u. s. w.

Katalog vorzüglicher Nebel und Sternhaufen.

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s		°		
1	20	.	0 6 19	+ 3ˢ.19	+ 71 49'.6	+ 0'.33	Sternnebel, ein Stern 10. Gr. mit runder gutbegrenzter Lichtsphäre
2	52	.	0 18 28	+ 2.72	− 72 46.6	+ 0.33	Großer Sternhaufe im Toucan, in der Mitte verdichtet. S. Taf. [illegible]
3	116	31	0 35 53	+ 3.25	+ 40 35.0	+ 0.33	Der große Andromeda-Nebel, schon dem bloßen Auge sichtbar. Bot ihm eine große Anzahl Sterne gesehen.
4	117	32	0 35 54	+ 3.25	+ 40 10.7	+ 0.33	Großer, runder, schöner Nebel, nach der Mitte zu heller.
5	256	.	1 11 21	+ 3.72	+ 57 40.2	+ 0.32	Doppelstern, der hellere 10. Größe, in der Mitte eines runden Sternes stehend.
6	307	.	1 18 14	+ 3.14	+ 8 52.9	+ 0.31	Sehr heller, runder und gegen die Mitte rasch an Licht zunehmender von 1' Durchmesser.
7	352	33	1 26 47	+ 3.36	+ 30 1.2	+ 0.31	Großer, runder, sehr heller Nebel mit vielen Sternen.
8	372	74	1 29 59	+ 3.21	+ 15 8.8	+ 0.31	Kugelförmiger Sternhaufe.
9	385	76	1 34 19	+ 3.33	+ 50 55.7	+ 0.31	Heller Doppelnebel.
10	400	.	1 42 25	+ 3.13	+ 5 17.3	+ 0.30	Ein Stern 9. Größe steht am äußersten Ende eines sehr feinen Nebels
11	428	.	1 45 49	+ 3.57	+ 40 6.8	+ 0.30	55 Andromedae. Feiner Doppelstern mit einer runden Lichtmasse 90" Durchmesser.
12	.	.	2 10 19	+ 4.16	+ 56 33.4	+ 0.28	Sternhaufen im Perseus, dem bloßen Auge als lichte Wolke auffallend steht aus Sternen 6.—14. Größe; er hat zwei Mittelpunkte der Verdichtung und in der Mitte einen rothen Stern und bildet ein herrliches teleskopisches Objecte am Himmel. Die Position gilt für den Stern h Persei.
13	527	.	2 14 46	+ 3.74	+ 41 47.4	+ 0.28	Feiner, stark elliptischer Nebel, 4' lang, 40" breit, in der Mitte eine Stelle mit zwei kleinen Sternchen.
14	584	34	2 34 0	+ 3.83	+ 42 15.0	+ 0.26	Heller, großer Sternhaufe von länglicher Form.
15	600	77	2 36 16	+ 3.06	− 0 32.0	+ 0.26	Heller, großer Nebel von unregelmäßiger Gestalt; Durchmesser [illegible].
16	731	.	3 28 52	+ 2.29	− 36 33.5	+ 0.20	Großer, schöner Nebel, umgeben von einem ausgedehnten Hof.
17	.	45	3 40 3	+ 3.55	+ 23 43.0	+ 0.19	Die Plejaden. Die Gruppe enthält 1 Stern 3. Größe, 3 Sterne 4. 4 Sterne 5. Gr., 2 Sterne 6. Gr. Der Ort gilt für den Stern [illegible] (Aloyone). S. Taf. 1, Fig. 2.
18	810	.	4 1 25	+ 3.75	+ 30 27.0	+ 0.16	Stern 8.9 Größe mit schwachem Nebel von 25" Durchmesser.
19	822	.	4 7 9	+ 2.30	− 33 10.3	+ 0.16	Ziemlich heller, länglicher Nebel, in der Mitte und an dem einen Ende heller als am Rande; ihm folgt ein zweiter Nebel. Nebel im Fuhrmann. S. Taf. 2, Fig. 2.

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875. h m s	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875. °	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
20	875	.	4 28 53	+1ˢ.82	— 54 52.3	+ 0.13	Heller, großer, ausgebreiteter Nebel.
21	1060	.	5 9 20	— 0.31	— 68 54.7	+ 0.07	Großer, heller Sternhaufe, von länglicher Form.
22	1061	.	5 9 59	+ 1.97	— 40 11.3	+ 0.07	Kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte beträchtlich heller.
23	1067	.	5 11 28	+ 4.14	+ 39 12.5	+ 0.07	Reiche Gruppe mit einem orangefarbigen Stern 7. Größe.
24	1112	79	5 19 3	+ 2.47	— 24 38.8	+ 0.06	Sehr reicher und großer Sternhaufe von kugelförmiger Gestalt.
25	1119	38	5 20 17	+ 4.02	+ 35 43.2	+ 0.06	Heller, großer Sternhaufe von unregelmäßiger Form, aus vielen Sternen bestehend.
26	1137	.	5 23 10	+ 3.97	+ 44 8.7	+ 0.08	Dreifacher Stern, von einem runden Nebel umgeben. Die Sterne bilden ein kleines gleichseitiges Dreieck.
27	1157	1	5 26 58	+ 3.60	+ 31 55.4	+ 0.05	Ein eigenthümliches, sehr schönes Nebelgebilde mit sehr vielen kleinen Sternen, von Herschel „Crab-Nebula" genannt.
28	1166	36	5 28 3	+ 3.97	+ 34 3.2	+ 0.05	Heller, großer, reicher Sternhaufe von länglicher Form mit Sternen von 9.—11. Größe.
29	1179	42	5 29 8	+ 2.94	— 5 28.5	+ 0.04	Der große Nebelfleck bei θ¹ Orionis. Siehe Taf. 2, Fig. 4.
30	1185	43	5 29 23	+ 2.95	— 5 21.1	+ 0.04	(144 Bode Orionis.) Großer Nebel, in der Mitte ein Stern 8. Größe.
31	1193	.	5 29 52	+ 3.04	— 1 17.1	+ 0.04	(ε Orionis). Fixstern, in einen großen Nebel eingehüllt.
32	1225	.	5 35 16	+ 3.23	+ 9 1.5	+ 0.04	Planetarischer, etwas elliptischer Nebel von 12″ Durchmesser.
33	1269	.	5 39 34	— 0.42	— 69 9.9	+ 0.03	Sehr heller und großer Nebel, am Rande zackig.
34	1267	78	5 40 20	+ 3.07	+ 0 0.1	+ 0.03	Großer, heller Nebel, in welchem drei Sterne stehen.
35	1295	37	5 44 6	+ 3.92	+ 32 30.6	+ 0.02	Großer Sternhaufe mit vielen hellern und schwächern Sternen.
36	1360	35	6 1 8	+ 3.68	+ 24 20.7	0.00	Reicher Sternhaufe in Spiralform.
37	1425	.	6 25 48	+ 3.31	+ 10 14.8	— 0.04	Stern 11. Größe mit rundem, milchigem Nebel, 70—80″ Durchmesser.
38	1437	.	6 32 20	+ 3.28	+ 8 50.9	— 0.05	Stern 11. Größe mit fächerartigem Nebelschweife.
39	1440	.	6 34 6	+ 3.30	+ 9 59.8	— 0.05	(15 Monocerotis.) Ein Stern 4. Größe, 15 schwache und eine Anzahl sehr schwacher Sterne sind von einem Nebel umschlossen.
40	1454	41	6 41 39	+ 2.58	— 20 36.9	— 0.06	Großer, heller Sternhaufe von länglicher Form mit einem Stern 8. Größe.
41	1465	.	6 45 21	+ 3.09	+ 0 36.3	— 0.07	Sterngruppe in drei Aeste gespalten, 20′ Durchmesser, an der Hauptstelle ein Doppelstern.
42	1467	.	6 47 48	+ 3.50	+ 18 9.8	— 0.07	Fächerartig ausgebreitete Sterngruppe, 6′ lang und breit.
43	1483	50	6 56 56	+ 2.89	— 8 9.8	— 0.08	Großer, ausgebreiteter Sternhaufe mit schwachen Sternen.
44	1487	.	6 58 15	+ 2.82	— 11 8.1	— 0.08	Doppelstern in der Mitte eines runden Nebels.
45	1520	.	7 17 41	+ 3.79	+ 29 44.0	— 0.11	Doppelnebel, Durchmesser des Kerns 30″.
46	1532	.	7 21 48	+ 3.56	+ 21 9.7	— 0.12	Stern 8. Größe mit rundem Nebel von 12″ Durchmesser.
47	1564	46	7 36 6	+ 2.75	— 14 31.9	— 0.14	Planetarischer Nebel von 56″ Durchmesser, mit gleichmäßigem Lichte.
48	1571	93	7 39 27	+ 2.54	— 23 34.8	— 0.14	Großer, länglicher, sehr reicher Sternhaufe mit Sternen 8.—13. Größe.
49	1593	.	7 47 51	+ 2.13	— 38 18.4	— 0.15	Ziemlich ausgebreiteter, heller Sternhaufe.
50	1594	47	7 49 2	+ 2.75	— 15 5.6	— 0.15	Sternhaufen ohne Nebel.
51	1637	.	8 7 35	+ 2.96	— 5 25.2	— 0.18	Reiche Gruppe von Sternen 9.—13. Größe mit vielen kleinen lichten Punkten, in der Mitte ein Doppelstern.
52	1678	.	8 32 5	+ 2.47	— 29 31.4	— 0.21	Feiner Sternhaufen, bestehend aus Sternen 11.—13. Größe; Durchmesser 6′.
53	1681	44	8 33 1	+ 3.46	+ 20 24.3	— 0.21	Die Krippe im Krebs. Besteht aus 11 Sternen 7. Größe, 18 Sternen 8. Gr. und vielen schwächern.
54	1684	.	8 34 43	+ 4.34	+ 50 39.1	— 0.21	Elliptischer Nebel, in der Mitte hell, 30″ lang, 20″ breit.
55	1698	.	8 40 19	+ 3.37	+ 13 3.6	— 0.22	Schöne Sterngruppe. Viele Sterne 9.—10. Größe stehen um einen Centralstern.
56	1712	67	8 44 24	+ 3.29	+ 12 16.1	— 0.22	Heller, großer Sternhaufe mit Sternen 10.—15. Größe.
57	1721	.	8 48 6	+ 3.03	— 2 35.4	— 0.22	Elliptischer, an den Enden sehr zugespitzter Nebel, an jedem Ende ein Sternchen.
58	1729	.	8 49 53	+ 4.44	+ 54 14.7	— 0.23	Stern 11. Größe mit einem lichten, fächerartigen Nebel.
59	1783	.	9 7 44	+ 2.25	— 41 55.2	— 0.24	Planetarischer Nebel, einen Stern 9. Größe einschließend.
60	1793	.	9 9 28	+ 1.18	— 64 27.0	— 0.25	Großer, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet; Durchmesser 11′.
61	1801	.	9 10 58	+ 2.42	— 36 6.8	— 0.25	Großer, ziemlich heller, planetarischer Nebel.
62	1943	.	9 17 54	+ 1.69	— 57 46.8	— 0.25	Planetarischer Nebel, an Helligkeit einem Sterne 8. Größe gleichend.
63	1949	81	9 45 5	+ 5.07	+ 69 39.7	— 0.28	1774 von Bode entdeckt. Elliptischer, sehr breiter Nebel, schwache Strahlen am Rande, der dichteste Theil 4′ lang, 4′ breit.
64	1950	82	9 45 9	+ 5.14	+ 70 21.6	— 0.28	Sehr großer, heller, ausgedehnter Nebel.
65	2017	.	10 1 46	+ 2.52	— 39 49.4	— 0.29	Großer, planetarischer Nebel, in der Mitte ein Stern 9. Größe.
66	2063	.	10 10 44	— 0.51	— 80 14.8	— 0.30	Planetarischer, ziemlich heller, kleiner Nebel, in der Nähe drei schwache Sterne.
67	2067	.	10 12 18	+ 2.13	— 57 20.1	— 0.30	Heller, großer Nebel mit einem Doppelstern.
68	2099	.	10 18 20	+ 3.25	+ 17 47.2	— 0.30	Stern 9. Größe mit elliptischem Nebel.
69	2102	.	10 18 45	+ 2.89	— 18 0.4	— 0.30	Planetarischer Nebel, zwei elliptische Ringe, im Centrum ein Kern (Abbildung Taf. 2, Fig. 5).
70	2158	.	10 30 56	+ 3.77	+ 54 9.5	— 0.31	Runder, heller, gegen die Mitte stark zunehmender Nebel, Kern 15″, Nebelhülle 1′ Durchmesser.
71	2184	95	10 37 24	+ 3.17	+ 12 20.9	— 0.31	Großer, runder Nebel, nach der Mitte zu heller werdend.
72	2194	96	10 40 8	+ 3.17	+ 12 28.4	— 0.31	Sehr großer, heller, langgestreckter Nebel, in der Mitte verdichtet.
73	2197	.	10 40 11	+ 2.31	— 59 1.5	— 0.31	Der große Nebel bei η Argus.
74	2208	.	11 1 12	+ 2.53	— 57 59.9	— 0.32	Sehr großer runder Sternhaufe mit Sternen 8.—12. Größe.
75	2343	97	11 7 27	+ 3.51	+ 55 41.5	— 0.33	Planetarischer, heller Nebel von 5′ Durchmesser.
76	2373	65	11 12 24	+ 3.14	+ 13 46.3	— 0.33	Elliptischer großer Nebel mit rundem, spiralförmig gewundenen Kern.
77	2377	66	11 13 36	+ 3.14	+ 13 39.8	— 0.33	Großer, heller Nebel, in der Mitte verdichtet, zwei Sterne gehen nördlich voraus.
78	2445	.	11 26 34	+ 3.28	+ 47 44.1	— 0.33	Langer, heller, elliptisch geformter Sternnebel, 4′ lang, 2′ breit.
79	2597	.	11 46 18	+ 3.15	+ 44 49.4	— 0.33	Schöner, heller, runder Nebel, am Rande sehr verwaschen; Durchmesser 3—4′.
80	2671	.	11 55 30	+ 3.06	— 18 10.2	— 0.33	Der nördlichere von zwei runden ineinanderfließenden Nebeln, beide in der Mitte heller.
81	2786	98	12 7 26	+ 3.06	+ 15 36.0	— 0.33	Nebel in Streifenform von 10′ Länge.
82	2795	.	12 8 31	+ 3.06	+ 13 51.0	— 0.33	Elliptischer, spindelförmiger Nebel, im Kern steht ein kleiner Stern.
83	2838	99	12 12 28	+ 3.05	+ 15 6.9	— 0.33	Großer Nebel, in der Mitte heller, aus drei spiralförmigen Zweigen bestehend.
84	2878	61	12 15 31	+ 3.06	+ 5 10.1	— 0.33	Sehr großer, heller Nebel, mit doppeltem Kern.
85	2890	100	12 16 36	+ 3.04	+ 16 31.1	— 0.33	Großer, schwacher Nebel mit zwei spiralförmigen Zweigen.
86	2915	.	12 17 55	+ 3.06	+ 5 37.5	— 0.33	Stern 8.—9. Größe mit einer hellen, runden Lichtsphäre.
87	2930	84	12 18 43	+ 3.04	+ 13 34.9	— 0.33	Heller, runder, ziemlich großer Nebel.
88	2946	85	12 19 5	+ 3.03	+ 18 52.8	— 0.33	Heller, ziemlich großer, runder Nebel, in der Mitte verdichtet, ein Stern geht nördlich voraus.
89	2958	.	12 19 37	+ 2.99	+ 34 14.4	— 0.33	Zwei aneinanderhängende Nebel, 10′ lang, 3′ breit.
90	2961	86	12 19 46	+ 3.04	+ 13 37.8	— 0.33	Heller, großer, runder Nebel mit Kern.
91	3021	49	12 23 25	+ 3.05	+ 8 41.3	— 0.33	Heller, großer Nebel, nach der Mitte zu verdichtet.
92	3035	87	12 24 30	+ 3.04	+ 13 4.5	— 0.33	Heller, großer, runder Nebel, in der Mitte verdichtet.
93	3049	88	12 25 40	+ 3.03	+ 15 6.6	— 0.33	Sehr großer, ausgedehnter, ziemlich heller Doppelnebel.
94	3097	89	12 29 21	+ 3.03	+ 13 14.9	— 0.33	Ein nach der Mitte heller werdender, runder, kleiner Nebel.
95	3106	.	12 30 8	+ 2.99	+ 26 40.5	— 0.33	Nebelstreifen von 15′ Länge mit schwachem Kern, in dessen Mitte ein Stern 11. Größe.
96	3111	90	12 30 38	+ 3.03	+ 13 50.7	— 0.33	Ziemlich großer Nebel mit Kern.
97	3121	58	12 31 22	+ 3.03	+ 12 30.2	— 0.33	Großer, heller, irregulär geformter Nebel, in der Mitte verdichtet.

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s		° ′		
98	3128	68	12 32 53	+ 3s,17	— 26 3′.7	— 0′.33	Großer, kugelförmiger Sternhaufe, sehr reich, ein röthlicher Stern darin.
99	3132	.	12 33 31	+ 3.11	— 10 55.2	— 0.33	Heller, elliptischer Nebel, 5′ lang, 1′/2 breit. Zwischen dem lichten Kern und dem Nebel ein dunkler Ring.
100	3155	59	12 35 42	+ 3.03	+ 12 21.0	— 0.33	Ziemlich großer, ausgedehnter Nebel, dem zwei Sterne vorangehen.
101	3165	.	12 36 7	+ 2.93	+ 33 13.7	— 0.33	Langer, elliptischer Streifen mit schwachem Kern, worin ein helles Sternchen.
102	3182	60	12 37 20	+ 3.02	+ 12 14.4	— 0.33	Ziemlich heller, großer, runder Doppelnebel.
103	3189	.	12 37 52	+ 2.93	+ 32 51.2	— 0.33	} Zwei elliptische Nebel, der größere heller.
104	3190	.	12 38 0	+ 2.93	+ 32 53.6	— 0.33	
105	3258	94	12 45 0	+ 2.84	+ 41 48.5	— 0.33	Großer, irregulär geformter Nebel mit hellem Kern.
106	3270	.	12 45 33	+ 2.17	+ 73 33.5	— 0.33	Runder Nebel von 40″ Durchmesser.
107	3275	.	12 46 15	+ 3.53	— 59 40.3	— 0.33	x Crucis. Auf einem Flächenraum von 1/60 □° zeigen sich über 100 Sterne 7.—15. Größe, von denen mehrere roth, grün und blau gefärbt sind.
108	3321	64	12 50 36	+ 2.95	+ 22 21.8	— 0.33	Sehr feiner Doppelstern mit hellem, rundem Nebel von 6″ Durchmesser.
109	3340	.	12 53 6	+ 2.85	+ 35 33.1	— 0.33	Schwacher, elliptischer Nebelstrahl mit zwei Sternen an seinen Endpunkten.
110	3356	.	12 54 20	+ 3.05	+ 3 10.1	— 0.32	Ovaler Nebel, an dem einen Ende ein Stern 10. Größe.
111	3453	53	13 6 46	+ 2.94	+ 18 50.1	— 0.32	Sternhaufen mit Sternen 10.—15. Größe, in der Mitte sehr hell, gegen den Rand krummlinige Zacken, Durchmesser 5′.
112	3474	63	13 10 12	+ 2.70	+ 42 41.5	— 0.32	Heller, großer Nebel von länglicher Form mit Kern.
113	3525	.	13 18 7	+ 3.48	+ 42 21.9	— 0.31	Großer, heller, langgestreckter Nebel, zweispaltig.
114	3531	.	13 19 17	+ 3.55	— 46 39.5	— 0.31	Merkwürdiger Sternhaufe bei ω Centauri, dem bloßen Auge als Stern 4.—5. Größe erscheinend, von Sternen 12.—15. Größe gebildet; Durchmesser 30′.
115	3572	51	13 24 34	+ 2.54	+ 47 50.3	— 0.31	Von einem lichten, strahligen Kerne gehen spiralförmige Windungen aus, die durch ein schwächeres Fernrohr als Nebelring erscheinen. Nebel in den Jagdhunden, s. Taf. 1, Fig. 1.
116	3570	.	13 24 43	+ 4.13	— 65 19.9	— 0.31	Beträchtlich länglicher, ziemlich großer, gekrümmter Nebel, in welchem drei Sterne stehen.
117	3606	83	13 29 59	+ 3.36	— 29 14.2	— 0.31	Großer, heller Nebel mit Kern und drei spiralförmigen Zweigen.
118	3636	3	13 36 22	+ 2.77	+ 29 0.3	— 0.30	Wenigstens 1000 Sterne 11. Größe; nahe in der Mitte des Objects eine helle Stelle.
119	3706	.	13 50 14	+ 3.58	— 39 22.2	— 0.30	Ein großer, heller Nebel von länglicher Form mit Doppelstern.
120	3770	101	13 58 45	+ 2,13	+ 54 58.3	— 0.29	Großer, ziemlich heller Nebel von unregelmäßiger Gestalt mit kleinem lichten Kern.
121	3776	.	13 59 49	+ 2.70	+ 29 7.5	— 0.29	Sehr große, runde Gruppe von 8—10′ Durchmesser, mit einem lichten Kern.
122	4051	.	15 1 43	+ 2.72	+ 20 2.5	— 0.23	} Zwei elliptische, aneinandergrenzende Nebel.
123	4052	.	15 1 50	+ 2.72	+ 20 7.5	— 0.23	
124	4083	5	15 12 13	+ 3.03	+ 2 33.5	— 0.22	Kugelförmiger Sternhaufen mit Sternen 11.—15. Größe; Durchmesser 2′.
125	4118	.	15 31 22	+ 2.95	+ 6 23.8	— 0.20	Schwer auflösbarer Sternhaufen; Durchmesser 2′.
126	4132	.	15 37 52	+ 3.90	— 37 22.3	— 0.19	Kugelförmiger Sternhaufe mit Sternen 13.—15. Größe, nach der Mitte verdichtet.
127	4173	80	16 9 35	+ 3.57	— 23 39.9	— 0.15	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte stark verdichtet.
128	4183	4	16 15 58	+ 3.66	— 26 13.4	— 0.15	Sternhaufe mit mehrern hellern Sternen.
129	4230	13	16 37 13	+ 2.14	+ 36 41.9	— 0.12	Von Halley 1714 entdeckt. Mehrere tausend Sterne 10.—15. Größe, am Rande in Strahlen auslaufend; Durchmesser 7—8′. Sternhaufe im Hercules, s. Taf. 1, Fig. 3.
130	4238	12	16 40 45	+ 3.11	— 1 43.5	— 0.11	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
131	4256	10	16 50 35	+ 3.16	— 3 53.6	— 0.10	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe mit ziemlichem Kern. Durchmesser 10′.
132	4260	.	16 51 42	+ 4.33	— 44 28.3	— 0.10	Großer, sehr reicher, aus Sternen 11.—13. Größe bestehender Sternhaufen.
133	4261	62	16 53 16	+ 3.81	— 29 55.1	— 0.10	Großer, heller Sternhaufe.
134	4264	19	16 54 55	+ 3.70	— 26 4.6	— 0.09	Großer, runder, heller Sternhaufe, in der Mitte sehr verdichtet.
135	4284	.	17 10 52	+ 4.72	— 41 36.6	— 0.07	Ziemlich heller, kleiner, planetarischer Nebel.
136	4287	9	17 11 50	+ 3.51	— 18 24.0	— 0.07	Nebel von 3—4′ Durchmesser, in starken Fernröhren in sehr viele kleine Sterne auflösbar.
137	4294	92	17 13 25	+ 1.84	+ 43 15.5	— 0.07	Großer, heller, kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte sehr verdichtet.
138	4302	.	17 21 45	+ 3.65	— 23 38.6	— 0.05	Ziemlich heller, kleiner Ringnebel.
139	4315	14	17 31 3	+ 3.15	— 3 10.0	— 0.04	Großer, heller, sehr reicher, kugelförmiger Sternhaufe.
140	4318	6	17 31 54	+ 3.90	— 32 7.7	— 0.04	Großer, sehr dichter Sternhaufe von irregulärer Gestalt, mit Sternen 7.—10. Größe.
141	4340	7	17 45 40	+ 4.00	— 34 46.9	— 0.02	Ziemlich reicher, heller Sternhaufe, bestehend aus Sternen 7.—12. Größe.
142	4346	23	17 49 34	+ 3.53	— 19 0.0	— 0.01	60 bis 80 Sterne 9.—13. Größe.
143	4355	20	17 54 47	+ 3.64	— 23 1.8	— 0.01	Gabelförmig dreigespaltener Nebel mit einem Doppelstern, daneben eine dunkle, unregelmäßige Oeffnung.
144	4361	8	17 56 13	+ 3.68	— 24 21.3	— 0.01	Sehr großer, heller Nebel mit vielen Sternen, unregelmäßige Figur.
145	4367	21	17 57 8	+ 3.63	— 22 30.2	0.00	Reicher Sternhaufe, bestehend aus Sternen 9.—12. Größe.
146	4390	.	18 6 1	+ 2.91	+ 6 49.2	+ 0.01	Runder, scharf begrenzter Nebel, er gleicht an Helligkeit einem Stern 8.—9. Größe; Durchmesser 8″.
147	4395	.	18 9 40	+ 3.53	— 19 54.9	+ 0.01	Heller, elliptischer Nebel, in jedem Brennpunkte steht ein Sternchen.
148	4397	24	18 11 6	+ 3.52	— 18 27.9	+ 0.02	Sehr reicher, runder Sternhaufe.
149	4400	16	18 11 48	+ 3.40	— 13 49.8	+ 0.02	Sternhaufe mit mehr als 100 größern und kleinern Sternen.
150	4401	18	18 12 37	+ 3.48	— 17 10.9	+ 0.02	Sternhaufe.
151	4403	17	18 13 25	+ 3.46	— 16 13.3	+ 0.02	Großer, heller Nebel von unregelmäßiger Figur, mit zwei Höckern und zwei runden, lichten Stellen.
152	4406	28	18 16 51	+ 3.69	— 24 56.1	+ 0.02	Kugelförmiger Sternhaufe, groß, hell, in der Mitte stark verdichtet, besteht aus Sternen 14.—16. Größe.
153	4411	69	18 23 12	+ 3.92	— 22 26.0	+ 0.03	Runder Sternhaufe mit vielen schwachen Sternen.
154	4424	22	18 28 47	+ 3.66	— 23 59.8	+ 0.04	Schöne, kugelförmige Gruppe, gegen die Mitte heller, ohne Kern.
155	4428	70	18 35 3	+ 3.91	— 32 24.4	+ 0.05	Reicher Sternhaufe mit Sternen 10.—18. Größe.
156	4432	26	18 38 22	+ 3.29	— 9 31.0	+ 0.06	Dichter Sternhaufe mit Sternen 12.—15. Größe.
157	4437	11	18 44 26	+ 3.22	— 6 25.2	+ 0.06	1681 von Kirch entdeckt. Unregelmäßige Gruppe von 10—12′ Durchmesser, in der Mitte ein Stern 9. Größe.
158	4442	54	18 47 4	+ 3.85	— 30 37.5	+ 0.07	Kugelförmiger Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
159	4447	57	18 48 53	+ 2.23	+ 32 52.1	+ 0.07	Ringnebel in der Leyer. Mit sehr starken Instrumenten hat man ihn in viele kleine Sternchen aufgelöst. S. Taf. 1, Fig. 5.
160	4485	56	19 11 42	+ 3.34	+ 29 57.9	+ 0.10	Reiche, sehr gedrängte Gruppe, in der Mitte sehr hell, hat nahe die Gestalt eines Dreiecks, größter Durchmesser 3′.
161	4499	.	19 25 36	+ 2.87	+ 8 58.2	+ 0.12	Sternhaufe, reich an Sternen, obgleich nur 40″ Durchmesser.
162	4503	55	19 32 5	+ 3.82	— 31 13.8	+ 0.13	Großer, sehr reicher, kugelförmiger Sternhaufe mit Sternen 12.—15. Größe.
163	4510	.	19 36 54	+ 3.39	— 14 26.8	+ 0.14	Heller, planetarischer Nebel, vollkommen rund; Durchmesser 10″.
164	4520	70	19 47 9	+ 2.67	+ 18 27.4	+ 0.15	Großer, sehr reicher Sternhaufe aus Sternen 11.—16. Größe bestehend.
165	4532	27	19 54 8	+ 2.59	+ 22 22.7	+ 0.16	Elliptischer Nebel, der am Ende der kleinen Achse besonders hell, am Ende der großen Achse zwei runde, lichte Stellen hat.
166	4543	75	19 58 42	+ 3.55	— 22 16.0	+ 0.16	Kugelförmiger Nebel mit dichtem Kern.
167	4550	.	20 2 44	+ 2.64	+ 20 44.7	+ 0.17	Gruppe von vielen Sternen 10.—13. Größe, der hellste unter denselben ist ein Doppelstern.
168	4565	.	20 11 22	+ 2.42	+ 30 11.2	+ 0.18	Großer, planetarischer Ringnebel, ein wenig elliptisch, scharf begrenzt.

Laufende Nummer.	Herschel.	Messier.	Gerade Aufsteigung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Abweichung für 1875.	Jährliche Veränderung.	Bemerkungen.
			h m s	s	° ′ ″	″	
169	4572	.	20 16 49	+2ˢ.68	+ 19 42′.5	+ 0″.19	Feiner, planetarischer Nebel, Durchmesser 20—30″. In der Nähe stehen vier kleine Sterne.
170	2078	29	20 19 25	+ 2.21	+ 38 6.8	+ 0.19	Länglicher Sternhaufe.
171	4600	.	20 40 30	+ 2.48	+ 30 16.0	+ 0.22	κ Cygni. Langer, gewundener Streifen, milchfarbig, 30′ lang.
172	4608	73	20 46 34	+ 3.30	— 13 0.3	+ 0.22	Runder Sternhaufe, gegen die Mitte ziemlich hell; Durchmesser 2′.
173	4616	.	20 51 12	+ 2.48	+ 31 13.2	+ 0.23	Ueber einen Grad langer Nebel, die eine Hälfte gabelförmig gespalten.
174	4617	73	20 52 6	+ 3.30	— 13 7.1	+ 0.23	Sternhaufe, sehr verdichtet, nicht nebelartig.
175	4640	.	21 3 14	+ 1.95	+ 50 20.4	+ 0.24	Sonderbar zerstreute Gruppe mit mehrern dreifachen Sternen.
176	4670	15	21 23 53	+ 2.89	+ 11 36.6	+ 0.26	1745 von Maraldi entdeckt. Unregelmäßiger, runder, gegen die Mitte hellerer Sternhaufe.
177	4676	.	21 26 13	+ 2.04	+ 51 2.0	+ 0.26	Nicht sehr gedrängte Gruppe von 8′ Durchmesser, in der Mitte ein Stern 11. Größe.
178	4678	2	21 26 59	+ 3.09	— 1 22.8	+ 0.26	Gegen die Mitte sehr hell, gleichsam flammend, die Gruppe gleicht einem Haufen Goldsandes. Der hellste Theil hat 1½′ Durchmesser und gleicht einem Stern 6. Größe.
179	4681	39	21 27 45	+ 2.16	+ 47 53.0	+ 0.26	Großer Sternhaufen, aus Sternen 7.—12. Größe bestehend.
180	4687	30	21 33 17	+ 3.42	— 23 44.0	+ 0.27	Kugelförmiger, großer, heller Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
181	4701	.	21 39 53	+ 2.05	+ 53 7.3	+ 0.27	Ein ovaler Ring von kleinen Sternen; Durchmesser 4′. In der Mitte des Ringes ein Stern 9. Größe von rubinrother Farbe.
182	4709	.	21 40 6	+ 1.39	+ 65 31.8	+ 0.27	Dreifacher Stern in der Mitte eines schwachen, schlechtbegrenzten Nebels.
183	4815	.	22 31 22	+ 2.74	+ 33 44.6	+ 0.31	Sehr heller, elliptischer Nebel, rasch gegen die Mitte hell werdend, 90″ lang, 30″ breit. An demselben ein anderer Nebel von 16″ Durchmesser.
184	4892	.	22 58 41	+ 3.00	+ 11 38.9	+ 0.32	Langer, spindelförmiger Nebel, 2′ lang, 30″ breit. An beiden Enden steht ein Stern 12. Größe, im Innern des Nebels noch drei sehr feine Sternchen.
185	4902	.	23 6 5	+ 2.54	+ 59 53.5	+ 0.33	Reicher, sehr dichter Sternhaufe mit ziemlich hellen Sternen.
186	4957	52	23 18 43	+ 2.64	+ 60 54.6	+ 0.33	Großer, reicher, runder Sternhaufe, in der Mitte verdichtet.
187	4964		23 19 53	+ 2.86	+ 41 51.0	+ 0.33	Heller, runder, planetarischer Nebel von bläulicher Färbung.

Unsere Tafeln 1 und 2 zeigen in ihren Ecken von den genannten Nebelflecken und Sternhaufen die folgenden bildlichen Darstellungen:

Taf. 1, Fig. 2 die Plejaden, wie sie in einem Kometensucher (einem Fernrohr mit etwa zehnfacher Vergrößerung) sichtbar sind. Der hellste Stern in der Mitte η Tauri = Alcyone (AR = $3^h\ 40^m\ 3^s$, δ = +23° 43′) ist 3. Größe, von den ihn umgebenden sind zwei Sterne von der 4., drei Sterne von der 5. Größe, welche das bloße Auge leicht unterscheidet, außerdem zwei von schwach 6. und einige 40 teleskopische.

Taf. 1, Fig. 3 stellt den Sternhaufen im Hercules (AR = $16^h\ 37^m\ 13^s$, δ = +36° 42′) dar, der nach der Mitte hin sehr verdichtet ist, sodaß man die einzelnen Sterne kaum unterscheiden kann; nach dem Rande zu läßt er seine Natur deutlich erkennen.

Taf. 1, Fig. 4 ist ein interessanter spiralförmiger Nebel in den Jagdhunden (AR = $13^h\ 24^m\ 34^s$, δ = +47° 50′), der in der Mitte eine starke Verdichtung hat, ebenso in einem Nebenzweige; in der Nähe des Nebels stehen einige Sterne.

Taf. 1, Fig. 5 zeigt uns einen interessanten ringförmigen Nebel (AR = $18^h\ 48^m\ 53^s$, δ = +32° 52′), der zwischen β und γ Lyrae sich befindet und in dessen Nähe zwei schwache Sternchen stehen.

Taf. 2, Fig. 2 zeigt ein Nebelsystem im Eridanus (AR = $4^h\ 7^m\ 9^s$, δ = −33° 10′), bestehend aus einem länglichen Nebel, der in der Mitte und nach dem einen Ende hin verdichtet ist und außerdem noch einen kleinen runden Nebel neben sich hat.

Taf. 2, Fig. 3 stellt einen Sternhaufen im Toucan (AR = $0^h\ 18^m\ 28^s$, δ = −72° 47′) dar, der in der Mitte ebenso verdichtet ist, wie der Nebel im Hercules, einen viel größern Raum einnimmt und an den Rändern viel zerstreute Sterne, darunter zwei hellere nahe der Verdichtungsstelle hat.

Taf. 2, Fig. 4 zeigt uns den schon von Huyghens gezeichneten Orionnebel (AR = $5^h\ 29^m\ 8^s$, δ = −5° 28′), nach einer Zeichnung, wie ihn Lord Rosse in seinem großen Spiegelteleskop in Parsonstown gesehen hat. In der Nähe des mittlern hellsten Theils erkennt man vier ganz nahe beieinanderstehende Sterne von der 4. (θ^1 Orionis), 6., 7. und 8. Größe, welche das Trapez genannt werden. In starken Fernröhren sind darin noch ein 5. Stern und ein schwacher 6. Stern sichtbar. Der Nebel breitet sich von der Mitte nach beiden Seiten sehr unregelmäßig aus, die linke Seite des Nebels ist viel breiter als die rechte, doch mit dem mittlern Theile in Zusammenhang, während nach oben (nach Süden) hin, nur durch ganz feine Brücken mit dem Hauptnebel verbunden, zwei Nebelstreifen sichtbar sind und nach unten isolirte, ziemlich verdichtete Nebelmassen sich zeigen, die von einem Nebelbogen eingefaßt sind.

Taf. 2, Fig. 5 zeigt uns einen Nebel von eigenthümlicher Gestalt in der Schlange (AR = $10^h\ 18^m\ 45^s$, δ = −18° 0′); zwei elliptische concentrische Ringe von Nebelmasse sind sichtbar und das Centrum wird eingenommen durch eine Art Kern, der intensiver als seine Umgebung, gleichsam als Mittelpunkt der Nebelmassen erscheint.

h) Die Doppelsterne.

Unter der großen Anzahl von Sternen sieht schon das bloße Auge einige, welche sehr nahe beieinanderstehen, z. B. ζ im großen Bären: Mizar, ein Stern 2. Größe, und Alkor, ein Stern 5. Größe, deren Entfernung 11′ ist, α^1 und α^2 Capricorni, 6½′ Entfernung, ε und 5 Lyrae, 3½′ Entfernung; solche Sterne werden Doppelsterne genannt. Als das Fernrohr auf die Fixsterne angewandt wurde, entdeckte man eine sehr große Anzahl Doppelsterne, und stellte sich zuerst William Herschel in größerm Umfange die Aufgabe der Beobachtung derselben und war viele Jahre damit beschäftigt.

Als bei einzelnen Doppelsternen constatirt wurde, daß sie sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegten, erlangten diese Himmelskörper das ihnen gebührende Recht, zu den interessanten Objecten am Himmel gerechnet zu werden.

Gleich als man die große Zahl der Doppelsterne erkannte, hatte man mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung gefunden, daß ein großer Theil dieser Doppelsterne in irgendeinem Zusammenhange stehen müsse,

weil die Zahl derjenigen Doppelsterne, die unter einer großen Menge von Sternen, bei denen jede Vertheilung zulässig ist, nach der Rechnung zufällig beieinanderstehen könnten, eine ganz geringe sein würde. Die Doppelsterne, bei welchen die Sterne nur so nahe beieinander erscheinen, ohne daß irgendeine nähere Beziehung zwischen den Sternen stattfindet, heißen optische, während diejenigen Doppelsterne, welche infolge gegenseitiger Nähe aufeinander einwirken, sodaß sie umeinander Bahnen beschreiben physische genannt werden.

Das erste Verzeichniß von 80 Doppelsternen besitzen wir von dem Astronom Mayer in Manheim im „Berliner Jahrbuch" für 1784, aber vollständigere Kataloge erhielten wir erst durch W. und J. Herschel und W. Struve. Während Mayer in seinem Verzeichniß Sterne von 2″ bis 72″ Distanz hatte und schon ganz absah von den für das bloße Auge sichtbaren Doppelsternen, stellte W. Herschel bestimmte Grenzen auf und theilte die von ihm beobachteten Doppelsterne in sechs Klassen. Zur ersten Klasse rechnete er alle diejenigen, welche weniger als 4″ Distanz, zur zweiten die zwischen 4″ und 8″, zur dritten die zwischen 8″ und 16″, zur vierten die zwischen 16″ und 32″, zur fünften die zwischen 32″ und 60″, zur sechsten alle über 60″. Struve schränkte bei der großen Anzahl von Doppelsternen die größte Entfernung bis auf 32″ Distanz ein und bildete acht Klassen.

Es gehören zu seiner ersten Klasse Doppelsterne zwischen 0″ bis 1″, zur zweiten zwischen 1″ bis 2″, zur dritten von 2″ bis 4″, zur vierten von 4″ bis 8″, zur fünften von 8″ bis 12″, zur sechsten zwischen 12″ bis 16″, zur siebenten zwischen 16″ bis 24″, zur achten bis zu 32″, und diese Struve'sche Eintheilung ist jetzt ziemlich allgemein im Gebrauch.

Von 2634 beobachteten Doppelsternen gehören nach Struve 91 der ersten Klasse, 314 der zweiten, 535 der dritten, 582 der vierten, 452 der fünften, 231 der sechsten, 429 den letzten zwei Klassen an.

Unter den 20 Sternen 1. Größe sind, da wir α Crucis und η Argus auch dazu rechnen, mindestens fünf Doppelsterne, unter den 65 Sternen 2. Größe wenigstens sieben.

In einem besondern Werke: „Mensurae micrometricae stellarum duplicium et multiplicium", hat Struve von 2634 Sternpaaren die Stellungen der Doppelsterne zueinander bestimmt. Man nennt den Winkel, den die Richtung zwischen den beiden Sternen mit der Richtung bildet, die durch den Declinationskreis bestimmt ist, den Positionswinkel und zählt ihn von 0 bis 360°, von Nord an durch Ost, Süd und West gehend, und gibt außer diesem Positionswinkel noch die Distanz zwischen den beiden Sternen an.

Doch nicht nur Doppelsterne, sondern auch mehrfache gibt es am Himmel, und unter den erwähnten 2634 Sternpaaren finden sich bei Struve 64 dreifache, drei vierfache und ein sechsfacher Stern. Bis zu einer Entfernung von 75″ gibt es 113 dreifache, 9 vierfache und zwei fünf- und mehrfache Sterne.

Schon ein gewöhnlicher Beobachter findet bei einer kurzen Betrachtung des Himmels die Sterne nicht alle von gleicher Farbe, er sieht allerdings die meisten im weißlichen Lichte schimmern, aber einige Sterne z. B. Aldebaran im Stier, Beteigeuze im Orion, Antares im Skorpion erscheinen ihm auch röthlich, andere z. B. Arktur im Bootes gelblich, noch andere bläulich und bei den veränderlichen Sternen ist schon auf die rothe Farbe vieler derselben aufmerksam gemacht. Ganz besonders aber treten die Farben bei den Doppelsternen hervor, weil bei den verschiedenfarbigen die unmittelbare Vergleichung stattfinden kann.

Struve fand unter 596 Doppelsternpaaren 375 von gleicher Farbe, 101 Paare von ähnlichen, 120 Paare von ganz verschiedenen Farben. Von den ersteren sind 78 Paare glänzend weiß, 217 weiß, 27 weißgelb, gelblich, 11 gelb, 2 goldfarbig und 5 grün; von denen mit ähnlichen Farben erschienen 30 Paare weiß gelb und weiß, 53 Paare weiß und bläulich, 13 Paare von verschiedenem Gelb und 5 Paare blau in verschiedenen Graden; endlich von den verschiedenfarbigen bezeichnet er 52 Paare gelb und bläulich, 16 Paare grün und blau.

Die Schätzungen der Farben sind aber sehr individuell, und besonders leicht kann es vorkommen, bei complementären Farben, die eine Farbe eine subjective und keine reelle ist. Während wir die bigen nach Struve angegeben, sei doch erwähnt, die Herschel dieselben Doppelsterne größtentheils andern Farben bezeichnen. Ob die Farben sich der Zeit ändern, darüber wissen wir bisjetzt noch selbst nichts Sicheres über die hellen, dem bloßen farbig erscheinenden, da die Angaben der alten Beoter über diesen Gegenstand zu sehr widersprechend

Die Nachmessung der Positionswinkel und Distanz hat bei mehrern Doppelsternen starke Veränderungen dieser Größen ergeben, ja bei einigen derselben man in den Positionswinkeln Aenderungen über also mehr als einen ganzen Umlauf des einen Stern um den andern bereits beobachtet. Die theoret Astronomie lehrt, wie unter Voraussetzung derselben Gesetze, welche für unser Sonnensystem gelten, den gemessenen Positionswinkeln und Distanzen, Ganzen aus sieben Daten, die Bahnen (deren stimmungsstücke Elemente heißen) abgeleitet werden können. Die wahren Bahnen der Doppelsterne Ellipsen, in deren einem Brennpunkt der an überwiegende Stern angenommen werden kann. wahren Bahnen erscheinen uns aber, da sie mehr gegen unsere Gesichtslinie geneigt sind, in der jection und wieder als Ellipsen, in denen der Hauptstern angenommene Körper nicht mehr im punkte steht. Aus den gemessenen Positionswinkeln und Distanzen werden meistens erst die projicirten Ellipsen und daraus die wahren Ellipsen abgeleitet.

Dem Verzeichniß der Doppelsterne, welches stehend gegeben ist und in dem nur die Doppelsterne aufgenommen sind, wo der hellere Stern wenigstens die 4. Größe erreicht, fügen wir als Anhang diejenigen Doppelsterne hinzu, von welchen die Bahnen berechnet sind.

In dem Verzeichniß der Doppelsterne enthält die erste Columne die Nummer des Struve'schen resp. Herschel'schen Katalogs (bei Struve die Nummern den „Mensuris micrometicis", bei Herschel die Nummern aus den „Cape Observations"), die zweite und dritte Columne enthalten die gerade Aufsteigung und Abweichung für 1875, die dritte und fünfte Columne die jährlichen Veränderungen dieser Größen durch die Präcession, die sechste Columne die Größen der Sterne, die siebente und achte Columne die zu der in der neunten Columne angegebenen Zeit (Epoche) gemessenen Positionswinkel und Distanzen, die zehnte Columne Bemerkungen über Farbe u. s. w.

Bei den am Schlusse gegebenen Bahnen ist T die Zeit der kürzesten Distanz der beiden Sterne (in unserm Sonnensystem Perihel genannt), U die Dauer der Umlaufszeit, a die mittlere Entfernung der beiden Sterne voneinander (halbe große Achse), e die Excentricität, beides in der wahren Ellipse, i die Neigung

der projicirten und wahren Ellipse in Graden angegeben, Ω die Länge des einen Durchschnittspunktes der beiden Ellipsen (aufsteigender Knoten) und endlich i die Entfernung des Punktes der kürzesten Distanz von diesem Knoten. Schließlich ist noch die Richtung der Bewegung, ob rechtläufig (direct) wie die Bewegung unserer Planeten, oder rückläufig hinzugefügt. (S. über Elemente den Abschnitt: „Theorische Astronomie.")

Verzeichniß der hellern Doppelsterne nach W. Struve und J. Herschel.

Name.	Nummer nach Struve und Herschel.	AR 1875.	Jährliche Veränderung.	δ 1875.	Jährliche Veränderung.	Größe.		Positionswinkel.	Distanz.	Epoche.	Bemerkungen.
		h m s		°							
β Toucanae	H. 2	0 25 48	+2ˢ.78	− 63 38′.8	+ 0′.33	5	5	172°.2	27″.72	1835.8	
κ Cassiopeiae	S. 60	0 41 33	+ 3.58	+ 57 9.1	+ 0.32	4.0	7.6	88.6	9.75	1832.6	Gelblich und purpurfarbig.
β Phoenicis	H. 3417	1 0 31	+ 2.70	− 47 23.3	+ 0.32	3	11	17.6	30	1835	
α Ursae minoris	S. 93	1 12 59	+20.24	+ 88 38.6	+ 0.32	2.0	9.0	210.1	18.27	1834.1	Gelblich und weiß.
γ Arietis	S. 180	1 46 40	+ 3.28	+ 18 40.8	+ 0.30	4.2	4.4	0.0	8.63	1830.8	Weiß.
χ Eridani	H. 3473	1 51 3	+ 2.27	− 52 14.0	+ 0.30	4	14	192.3	12	1835	
α Piscium	S. 202	1 55 35	+ 3.09	+ 2 9.6	+ 0.29	2.8	3.9	335.7	3.64	1831.2	Grünlich und blau.
γ Andromedae	S. 205	1 56 14	+ 3.65	+ 41 43.7	+ 0.29	3.0	5.0	62.4	10.33	1830.0	Gelb und blau. Dreifach.
ι Cassiopeiae	S. 262	2 18 47	+ 4.84	+ 66 50.3	+ 0.27	4.2	7.1	276.7	1.86	1829.7	Gelb und blau. Dreifach.
η Persei	S. 296	2 35 40	+ 4.06	+ 48 41.9	+ 0.26	4.2	10.0	294.6	15.40	1832.2	Gelb.
γ Ceti	S. 299	2 36 49	+ 3.10	+ 2 42.5	+ 0.26	3.0	6.8	287.4	2.59	1832.5	Gelblich.
ε Persei	S. 307	2 41 35	+ 4.33	+ 55 22.5	+ 0.25	4.0	8.5	300.4	28.04	1831.2	Tief gelb und tief blau.
θ Eridani	H. 33	2 53 31	+ 2.28	− 40 48.4	+ 0.24	5	6	81.5	8.68	1835.8	
12 »	H. 35	3 6 45	+ 2.52	− 29 29.1	+ 0.23	3	8	310.0	5.30	1836.3	
ζ Persei	S. 464	3 46 17	+ 3.76	+ 31 30.6	+ 0.18	2.7	9.3	207.6	12.48	1830.5	Grünlich und gelblich.
»	S. 471	3 49 28	+ 4.00	+ 39 38.8	+ 0.18	3.1	8.3	9.2	8.81	1832.6	Grün und bläulich.
τ Eridani	H. 3608	3 52 12	+ 2.80	− 13 51.9	+ 0.18	3	13	233.6	45	1835	
α Reticuli	H. 3638	4 12 49	+ 0.75	− 62 47.3	+ 0.15	4	12	353.6	40	1835	
α Doradûs	H. 58	4 31 18	+ 1.28	− 55 18.3	+ 0.13	3	11	108.5	82.29	1836.0	
ι Orionis	S. 668	5 8 32	+ 2.88	− 8 20.9	+ 0.07	1.0	8.0	199.8	9.14	1831.5	Gelblich.
β Leporis	H. 3761	5 22 53	+ 2.57	− 20 51.6	+ 0.06	4	13	145.9	70	1835	
ε »	H. 3766	5 27 13	+ 2.65	− 17 54.8	+ 0.05	3	12	154.8	25	1835	
σ Orionis	S. 738	5 28 15	+ 3.30	+ 9 50.9	+ 0.05	4.0	6.0	40.3	4.24	1830.8	Gelblich und roth. Dreifach.
θ »	S. 748	5 29 8	+ 2.93	− 5 28.4	+ 0.05	4.7	6.3	240.3	13.34	1832.5	Das Trapez im Orionnebel. Gelblich
						4.7	7.0	275.4	21.41	1832.5	und weiß. Sechsfacher Stern.
						4.7	8.0	299.4	19.23	1832.5	
» »	S. 752	5 29 19	+ 2.93	− 5 59.6	+ 0.04	3.2	7.3	142.2	11.32	1831.9	Gelblich und bläulich.
» »	S. 762	5 32 28	+ 3.01	− 2 40.4	+ 0.04	4.1	10.3	236.5	11.01	1831.4	Ein vierfacher Stern. Der hellere
						4.1	7.5	84.5	12.86	1831.2	weiß, der nächst hellere gelblich.
						7.0	7.5	230.8	30.03	1831.2	
ξ »	S. 774	5 34 27	+ 3.02	− 2 0.6	+ 0.04	2.0	5.7	151.3	2.35	1831.2	Gelblich und röthlich.
γ Columbae	H. 3819	5 53 6	+ 2.12	− 35 17.9	+ 0.01	4	14	104.4	30	1835	
π Canis majoris		6 39 39	+ 2.65	− 16 32.8	− 0.08	1	9	73.6	11. 2	1869.1	Als Doppelstern von Clarke entdeckt.
ζ Geminorum	S. 1061	7 10 54	+ 3.45	+ 16 45.8	− 0.10	3.2	10.3	30.9	9.56	1829.9	Bläulich und grün.
ξ »	S. 1066	7 12 39	+ 3.59	+ 22 12.6	− 0.10	3.2	8.2	196.9	7.14	1839.7	Gelblich und röthlich
γ Argus	H. 113	7 12 44	+ 2.12	− 36 52.4	− 0.10	3	8	211.8	70	1835	Gelb und blau.
ψ »	H. .	7 25 16	+ 1.91	− 43 3.0	− 0.12	5	10	75.0	22.52	1836.0	Gelb und blau.
ε Geminorum	S. 1110	7 26 37	+ 3.84	+ 32 9.6	− 0.12	2.7	3.7	255.5	4.73	1835.3	Grünlich.
ι Argus	H. 134	8 5 41	+ 1.85	− 46 58.1	− 0.17	2	6	220.2	41.16	1835.1	
16 Canes	S. 1268	8 39 8	+ 3.65	+ 29 12.9	− 0.22	4.4	6.5	307.1	30.46	1828.0	Gelb und bläulich.
ε Hydrae	S. 1273	8 40 9	+ 3.18	+ 6 52.6	− 0.22	3.8	7.8	195.6	3.21	1830.6	Gelb und blau.
4 Argûs	H. 4136	8 41 15	+ 1.65	− 54 14.9	− 0.22	2	10	64.0	80	1835	
39 Lyncis	S. 1334	9 11 4	+ 3.75	+ 37 19.8	− 0.25	4.0	6.7	240.2	2.70	1829.2	Grünlich und blau.
23 h Ursae majoris	S. 1351	9 21 39	+ 4.81	+ 63 36.4	− 0.26	3.8	9.0	272.4	22.81	1830.6	Grünlich und gelblich.
ν Argûs	H. 167	9 43 59	+ 1.50	− 64 29.6	− 0.28	3	8	126.1	4.90	1836.9	
γ Leonis	S. 1424	10 13 4	+ 3.30	+ 20 28.5	− 0.30	2.0	3.5	103.4	2.50	1831.5	Goldgelb und rothgrün.
η Argûs	H. 4366	10 40 13	+ 2.31	− 59 1.6	− 0.31	2	16	46.8	12	1835	Hauptstern veränderlich.
ξ Ursae majoris	S. 1523	11 11 31	+ 3.21	+ 32 13.9	− 0.34	4.0	4.9	184.1	1.87	1834.4	
» » »	S. 1524	11 11 43	+ 3.26	+ 33 46.6	− 0.33	3.7	10.1	146.6	7.10	1830.7	Tief gelb.
γ Leonis	S. 1536	11 17 24	+ 3.13	+ 11 13.0	− 0.33	3.9	7.1	92.4	2.19	1832.0	Gelblich und blau.
ζ Hydrae	H. 4449	11 26 52	+ 2.95	− 31 9.9	− 0.33	4	11	170.0	60	1835	
»	H. 211	11 46 36	+ 3.02	− 33 12.7	− 0.33	5	5	339.6	2.03	1835.8	
α Crucis	H. 219	12 19 39	+ 3.27	− 62 24.3	− 0.33	2	2	120.6	5.65	1835.8	
γ Corvi	H. 220	12 23 25	+ 3.11	− 15 49.1	− 0.33	3	10	213.0	23.44	1837.5	
γ Crucis	H. .	12 24 15	+ 3.28	− 56 24.6	− 0.33	2	5	38.0	120	1835	
γ Centauri	H. 221	12 34 38	+ 3.30	− 48 16.4	− 0.33	4	4	354.3	0.75	1835.9	
γ Virginis	S. 1670	12 35 20	+ 3.04	− 0 45.8	− 0.33	3.0	3.0	231.7	0.91	1834.4	Gelblich.
17 Canum ven.	S. 1692	12 50 11	+ 2.82	+ 38 59.6	− 0.33	3.2	5.7	227.3	19.92	1830.5	Weiß.
δ Virginis	S. 1724	13 3 29	+ 3.10	− 4 52.3	− 0.32	4.0	9.0	344.0	7.07	1830.3	Weiß.
ζ Ursae majoris	S. 1744	13 18 53	+ 2.43	+ 55 34.7	− 0.32	2.1	4.2	147.6	14.37	1830.6	Grünlich.
ζ Centauri	H. 4628	13 47 45	+ 3.71	− 46 40.3	− 0.30	3	11	.	.	.	
»	H. 255	14 31 8	+ 4.03	− 60 18.9	− 0.25	1	2	219.6	16.52	1836.3	Beide gelb.
α Circini	H. 257	14 32 27	+ 4.80	− 64 25.6	− 0.26	3	8	243.8	15.63	1837.1	Weiß und gelb.
ε Bootis	S. 1864	14 34 51	+ 2.82	+ 16 57.3	− 0.26	4.9	6.0	99.2	5.83	1830.3	Sehr weiß.
ζ »	S. 1865	14 35 11	+ 2.86	+ 14 15.9	− 0.26	3.5	3.9	309.2	1.19	1830.5	Weiß.
η »	S. 1877	14 39 32	+ 2.62	+ 27 36.1	− 0.26	3.0	6.3	321.0	2.64	1829.4	Gelb und blau.
ρ »	S. 1888	14 45 37	+ 2.76	+ 19 37.2	− 0.25	4.7	6.6	329.0	7.07	1835.4	Gelb und röthlich.
ζ Lupi	H. .	15 3 19	+ 4.28	− 51 37.3	− 0.23	4	6	247.6	80	1835	
»	H. 272	15 14 12	+ 4.05	− 44 14.3	− 0.22	4	9	174.9	26.35	1837.3	
»	H. 283	15 26 49	+ 3.98	− 40 44.7	− 0.21	4	4	94.1	0.84	1835.5	
β Serpentis	S. 1954	15 28 50	+ 2.87	+ 10 57.5	− 0.21	3.0	4.0	197.3	2.66	1833.1	Weißgelb und aschgelb.
ζ Coronae	S. 1965	15 34 40	+ 2.26	+ 37 2.5	− 0.20	4.1	5.0	300.9	6.00	1829.7	Weißgrün und grünlich.
»	S. 1967	15 37 30	+ 2.52	+ 26 41.6	− 0.19	4.0	7.0	105.8	0.4	1833.3	Weißgrün und roth.
β Serpentis	S. 1970	15 40 25	+ 2.77	+ 15 48.9	− 0.19	3.0	9.2	265.0	30.64	1832.1	Bläulich.
η Lupi	H. 295	15 55 1	+ 3.97	− 38 15.1	− 0.17	4	8	22.2	15.07	1834.6	
9 Scorpii	H. 298	15 58 10	+ 3.48	− 19 27.7	− 0.17	3	5	25.6	13.65	1836.7	
»	H. .	16 13 36	+ 3.64	− 25 17.4	− 0.15	4	9	274.3	15	1835	
»	H. .	16 21 45	+ 3.67	− 26 9.1	− 0.14	1	(?)	.	.	.	Bei Bedeckung durch den Mond doppelt
1 Ophiuchi	S. 2055	16 24 37	+ 3.03	+ 2 15.6	− 0.14	4.0	6.1	350.6	0.99	1834.4	Gelb und bläulich. erkannt.
2 Herculis	S. 2084	16 36 35	+ 2.26	+ 31 49.8	− 0.11	3.0	6.5	203.5	0.91	1834.4	Gelblich, röthlich.
»	S. 2140	17 8 57	+ 2.73	+ 14 32.1	− 0.07	3.0	6.1	118.5	4.65	1829.6	Tief gelb, sehr blau.
»	S. 2127	17 9 54	+ 2.46	+ 24 59.3	− 0.07	3.0	8.1	174.3	24.88	1835.6	Grün, gelblich.
ζ Arae	H. 4942	17 14 53	+ 5.03	− 56 15.4	− 0.07	3	12	327.2	12	1835	

Name.	Nummer nach Struve und Herschel.	AR 1875.	Jährliche Veränderung.	δ 1875.	Jährliche Veränderung.	Größe.		Positionswinkel.	Distanz.	Epoche.	Bemerkungen.
		h m s		°	′						
ρ Herculis	Σ. 2161	17 19 22	+2ˢ.07	+ 37 15′.7	— 0.″07	4.0	5.1	307°.2	3″.60	1830,3	Grünlich und grün.
α Arae	H. 4955	17 22 11	+ 4.63	— 49 46.4	— 0.06	4	13	178.5	60	1835	
μ. Herculis	Σ. 2220	17 41 34	+ 2.34	+ 27 47.7	— 0.04	3.8	9.5	241.3	29.88	1831,6	Gelb.
ψ Draconis	Σ. 2241	17 44 9	— 1.09	+ 72 12.2	— 0.02	4.0	5.2	15,1	30.89	1832.3	Weiß.
95 Herculis	Σ. 2264	17 56 12	+ 2.54	+ 21 35.7	— 0.01	4.9	4.9	261.7	6.06	1829,9	Gelblichgrün und gelblichroth.
70 p Ophiuchi	Σ. 2272	17 59 18	+ 3.01	+ 2 32.2	— 0.01	4.1	6.1	130.8	6,11	1835.6	Gelb und roth.
μ¹ Sagittarii	H. 5035	18 6 17	+ 3.59	— 21 5.4	+ 0.01	4	13	267.0	18	1835	
ε Lyrae	Σ. 359	18 40 12	+ 1.99	+ 39 32.4	+ 0.06	4.6	6.3	26,1	3.03	1831.4	Weißlichgrün und bläulich.
θ Serpentis	Σ. 2417	18 50 0	+ 2.98	+ 4 2.6	+ 0.07	4.0	4.2	103.8	21.65	1830.0	Weißlichgelb.
η Lyrae	Σ. 2487	19 9 30	+ 2.04	+ 38 56.3	+ 0.10	4.0	8.1	85,0	27.90	1830.9	Blau und gelblich.
β Sagittarii	H. 359	19 13 39	+ 4.33	— 44 41.6	+ 0.10	4	8	78.6	29.09	1835.2	Blau und gelb.
δ Cygni	Σ. 2579	19 41 4	+ 1.87	+ 44 49.6	+ 0.14	3.0	7.9	37.9	1.78	1830,2	Grünlich und gelblich.
κ Cephei	Σ. 2675	20 13 4	— 1.90	+ 77 20.0	+ 0.18	4.0	8.0	124,1	7,37	1832.4	Grünlich und blau.
α Indi	H. 5209	20 28 46	+ 4.24	— 47 43.6	+ 0.20	3	16	193.2	45	1835	
β Delphini	Σ. 2704	20 31 41	+ 2.81	+ 14 9.7	+ 0.20	3.0	11.0	343.8	32.48	1829,4	Grün.
52 Cygni	Σ. 2726	20 40 30	+ 2.47	+ 30 15.8	+ 0.21	4.0	9.2	57.2	6.62	1830.8	Tief gelb.
γ Delphini	Σ. 2727	20 40 51	+ 2.78	+ 15 40.5	+ 0.21	4.0	5.0	273.8	11.90	1830,9	Goldgelb und blaugrün.
β Cephei	Σ. 2806	21 27 2	+ 0.80	+ 70 0.7	+ 0.26	3.0	8.0	250.0	13.57	1832,3	Grünlich und blau.
μ. Cygni	Σ. 2822	21 38 32	+ 2.66	+ 28 10.8	+ 0.27	4.0	5.0	114,5	5.56	1831.6	Weiß und bläulich.
κ Pegasi	Σ. 2824	21 38 59	+ 2.71	+ 25 4.4	+ 0.27	3.9	10.8	308.5	11.01	1831,6	Gelblich.
ζ Aquarii	Σ. 2909	22 22 24	+ 3.08	— 0 39.5	+ 0.30	4.0	4.1	355.3	3.46	1832.8	Grünlich.
β Piscis aust.	H. 393	22 24 24	+ 3.42	— 32 59.2	+ 0.31	4	8	173.3	29.09	1836,2	

Berechnete Bahnen einiger Doppelsterne.

	42 Comae	ζ Herculis	Σ 3121	η Comae	ξ Cancri	ξ Ursae majoris	α Centauri
T	1839.60	1830.48	1846.77	1850.34	1816.69	1816.86	1871.35
U	25.5 Jahre	36.36 Jahre	40.62 Jahre	43.68 Jahre	58.27 Jahre	61.58 Jahre	77.81 Jahre
a	0″.50	1″.25	0″.71	0″.96	0″.89	2″.44	20″.57
e	0.075	0.448	0.380	0.286	0.444	0.431	0.708
i	90°.0	43°.7	75°.3	60°.7	24°.0	52°.9	81°.0
Ω	10°.5	214°.3	23°.5	22°.3	33°.6	275°.8	27°.3
ω	0°	284°.9	141°.6	215°.5	133°.0	209°.0	58°.4
Bewegung	Direct	Rückläufig	Direct	Direct	Rückläufig	Rückläufig	Direct

	τ Ophiuchi	λ Ophiuchi	70 p Ophiuchi	ξ Librae	Σ 3062	Σ 1938	γ Virginis
T	1840.07	1790.30	1808.27	1832.61	1835.20	1851.57	1836.49
U	87.04 Jahre	89.01 Jahre	95.97 Jahre	105.52 Jahre	112.64 Jahre	146.65 Jahre	182.12 Jahre
a	0″.82	0″.84	4″.96	1″.29	1″.31	1″.32	3″.53
e	0.037	0.453	0.494	?	0.501	0.854	0.880
i	51°.8	49°.4	57°.3	70°.2	30°.0	49°.5	23°.6
Ω	55°.1	32°.7	123°.1	4°.7	32°.2	94°.7	5°.6
ω	145°.7	126°.1	160°.5	?	97°.5	87°.1	313°.9
Bewegung	Direct	Direct	Rückläufig	Direct	Direct	Rückläufig	Rückläufig

	ω Leonis	δ Cygni	σ Coronae	α Geminorum
T	1841.40	1904.10	1825.32	1750.33
U	277.77 Jahre	415.11 Jahre	420.24 Jahre	996.85 Jahre
a	1″.31	2″.31	2″.98	7″.54
e	0.722	0.286	0.590	0.344
i	86°.2	37°.8	40°.9	42°.1
Ω	169°.2	91°.1	20°.7	32°.0
ω	84°.2	203°.0	65°.9	294°.0
Bewegung	Direct	Rückläufig	Direct	Rückläufig

ij) Die Eigenbewegungen der Fixsterne.

Der Name Fixsterne ist, wenn wir diesen Weltkörpern eine besondere, ihnen eigenthümliche Bewegung zuschreiben, ein uneigentlicher, jedoch sind die Eigenbewegungen erst in neuester Zeit von einem kleinen Theile derselben erwiesen und bestimmt, sodaß wir kaum von einem Zwanzigstel der bisjetzt beobachteten Sterne die Eigenbewegung genähert, von den teleskopischen Sternen aber nur von einigen wenigen kennen.

Die Ortsveränderung ist bei einigen Sternen nicht ganz unbeträchtlich. Der helle Stern Arktur im Bootes hat seit Hipparch's Zeiten seinen Ort gegen die benachbarten Sterne um $2^1/_2$ Vollmondbreiten geändert, unter den hellern Sternen ist nur einer, α Centauri (den wir über unserm Horizont nicht sehen), welcher eine noch etwas größere, eigene Bewegung hat; von den schwächern Sternen ist sie bei wenigen noch größer und steigt bis zu dem vierfachen Betrage, sodaß ein Stern im Schiffe (2151 Puppis) nach Maclear sich jährlich 7″.87, ein Stern im Indianer (ε Indi) nach d'Arrest sich 7″.74 bewegen soll. Von den 3222 hellern Sternen, welche der britische Astronom Bradley im vorigen Jahrhundert beobachtet hat, haben fast 900 eine stärkere Eigenbewegung als 10″ in 100 Jahren, 227 eine solche von über 25″ und 50 eine von über 1′.

Diese an und für sich geringen Eigenbewegungen konnten mit bloßem Auge selbstverständlich nicht wahrgenommen werden, es gehörten dazu mit Fernröhren versehene Meßinstrumente. Daher dachte auch vor Erfindung des Fernrohrs niemand an eine Ableitung von Eigenbewegungen, und Halley war der erste, der im Jahre 1717 eine Eigenbewegung bei Aldebaran, Sirius und Arktur vermuthete und solche aus alten Beobachtungen berechnen wollte. Von einer größern

Menge von Sternen leitete darauf der Astronom Tobias Mayer die Eigenbewegung mit ziemlicher Sicherheit ab, besonders aber ist es erst das Verdienst neuerer Astronomen, sie an einer größern Anzahl von Sternen bestimmt zu haben.

Diejenigen Sterne, bei welchen die Eigenbewegung nach Mädler's und Argelander's Rechnungen jährlich über 1″ beträgt, mögen hier einen Platz finden. Die schon genannten 2151 Puppis und ε Indi sind fortgelassen, weil die Zahlen noch erst der Bestätigung bedürfen.

Name.	Größe.	AR 1875.	δ 1875.	Jährliche Eigenbewegung.
		h m s	° ′	
1830 Groombridge	6.7	11 45 39	+ 38 38.9	7″.05
61 Cygni	5.6	21 1 18	+ 38 8.1	5.22
Lalande 21185	7.3	10 56 31	+ 36 50.0	4.75
» 21258	8.7	10 59 24	+ 44 9.8	4.70
ε² Eridani	4.6	4 33 35	— 7 49.8	4.09
μ Cassiopeiae	5.7	0 59 48	+ 54 11.6	3.83
α Centauri	1.0	14 31 8	— 60 18.9	3.67
34 Groombridge	8.2	0 11 10	+ 43 18.7	2.81
Lalande 4803	6.3	2 29 11	+ 6 16.8	2.36
» 35372	8.5	12 39 22	+ 15 34.7	2.32
α Bootis	1.0	14 9 58	+ 19 50.1	2.26
Lalande 7443	8.5	3 54 49	+ 34 58.6	2.24
Bradley 3077	5.9	23 7 11	+ 56 28.6	2.09
β Hydri	3.0	0 19 9	— 77 57.5	2.06
Lalande 27173	4.9	14 50 9	— 20 40.5	2.01
» 15290	8.3	7 45 33	+ 31 0.0	1.97
ι Draconis	5.0	19 32 33	+ 69 27.6	1.93
τ Ceti	4.0	1 38 19	— 16 36.1	1.90
Lalande 18115	7.7	9 5 55	+ 53 13.5	1.69
ε Pavonis	4.0	19 46 6	— 73 14.2	1.63
Lalande 30694	6.9	16 46 42	+ 0 14.6	1.61
» 38383	7.3	19 58 40	+ 23 1.6	1.54
61 Virginis	5.0	13 11 54	— 17 36.5	1.45
Lacaille 147	5.6	0 30 53	— 25 27.3	1.44
Fedorenko 1643	6.7	10 3 45	+ 50 5.4	1.43
Lalande 30044	7.8	16 24 20	+ 4 30.5	1.43
Fedorenko 1384	8.8	8 43 41	+ 71 16.7	1.40
Lalande 46650	8.7	23 42 39	+ 1 44.7	1.38
» 6888	8.2	3 38 29	+ 41 5.1	1.37
α Canis minoris	1.0	7 32 45	+ 5 32.6	1.33
Lacaille 8381	5.3	20 7 28	— 27 31.2	1.33
ζ Scorpii	3.4	14 56 46	— 24 47.3	1.32
Lalande 27744	7.0	15 7 37	— 0 42.6	1.31
85 Pegasi	6.1	23 55 37	+ 26 25.7	1.30
Oeltzen 17415.6	9.0	17 37 11	+ 68 27.6	1.27
Lacaille 3386	6.7	8 28 0	— 31 6.4	1.26
ε Canis majoris	1.0	6 39 39	— 16 32.8	1.25
30 Scorpii	7.0	17 8 33	— 26 21.4	1.23
36 Ophiuchi	5.0	17 7 41	— 26 24.5	1.23
γ Cassiopeiae	4.3	0 41 33	+ 57 9.1	1.23
B. Z. W. 17h. 322	8.2	17 19 33	+ 2 16.3	1.21
ι Trianguli	5.0	2 9 24	+ 33 39.2	1.20
20 Crateris	6.0	11 28 26	— 32 10.5	1.18
β Comae	5.0	13 6 4	+ 28 30.4	1.17
Lalande 15976	7.4	7 52 48	+ 29 36.0	1.17
ψ Ursae majoris	3.0	9 24 29	+ 52 14.7	1.13
70 p Ophiuchi	4.0	17 59 18	+ 2 32.2	1.11
Lalande 27298	7.6	14 51 40	+ 54 10.0	1.10
72 Herculis	5.7	17 15 59	+ 32 38.2	1.05
Lalande 15304	5.7	8 12 27	— 12 12.2	1.01
31 Aquilae	5.5	19 18 59	+ 11 40.5	1.00

Die 20 Sterne 1. Größe haben in 100 Jahren folgende Eigenbewegung:

α Eridani	42″	η Argûs	5″
α Tauri	21	α Crucis	16
α Aurigae	44	α Virginis	6
β Orionis	3	β Centauri	9
α Orionis	5	α Bootis	226
α Argûs	5	α Centauri	367
α Canis majoris	125	α Scorpii	6
α Canis minoris	133	α Lyrae	35
β Argûs	19	α Aquilae	66
α Leonis	25	α Piscis austrini	40

Im Durchschnitt beträgt für die Sterne 1. Größe die Eigenbewegung in 100 Jahren 60″, für die Sterne 2. Größe nahe 13″, für die 3. Größe 17″, für die 4. Größe 14″, für die 5. Größe 11″, für die 6. Größe 9″. Aus diesen Zahlen geht unter der Voraussetzung, daß die Sterne im Durchschnitt gleiche Bewegung haben, hervor, daß die schwächern Sterne beträchtlich entfernter sind als die hellern, wenn auch bei weitem nicht in dem Maße, wie aus ihren Helligkeiten folgen würde.

Die absolute Bewegung einiger dieser Sterne läßt sich mit Hülfe der im nächsten Abschnitt vorkommenden Parallaxen berechnen und es findet sich die jährliche Bewegung von

α Lyrae	44	Millionen geogr. Meilen.
α Centauri	92	» » »
70 p Ophiuchi	130	» » »
34 Groombridge	181	» » »
21185 Lalande	181	» » »
1830 Groombridge	523	» » »

Da die Fixsterne eine Eigenbewegung haben, hat man die Frage aufgeworfen, ob nicht auch die Sonne mit ihrem Gefolge von Planeten und Kometen an der allgemeinen Bewegung im Weltraume theilnimmt. Unter der Voraussetzung, daß die Sonne nach einem festen Punkte hingeht, müßten die Sterne, wohin diese Bewegung sich richtet, sich scheinbar voneinander entfernen, diejenigen aber, von welchen sie kommt, näher aneinanderrücken. Herschel sowol wie Argelander und Struve haben unabhängig voneinander aus der Eigenbewegung der Fixsterne die Richtung, nach der unser Sonnensystem sich hinbewegt, berechnet und sehr nahe ein und denselben Punkt am Himmel gefunden, der im Sternbilde des Hercules nahe bei dem Sterne λ in etwa 260° AR und + 30° Decl. liegt.

Wie schnell sich unser Sonnensystem jährlich oder an einem Tage bewegt, ist auch schon untersucht, aber die dafür angegebenen Zahlen weichen sehr beträchtlich voneinander ab, denn während ein Astronom dieselbe nur zu 100000 Meilen täglich angibt, findet ein anderer den acht- bis zehnfachen Betrag. Diese Größe zu bestimmen, müssen wir daher der Zukunft überlassen!

Die Eigenbewegungen, welche wir aufgeführt haben, sind regelmäßige, geradlinige, nur bei einigen Hauptsternen entdeckte man außer den regelmäßigen Bewegungen auch eine unregelmäßige, welche sich jedoch in eine regelmäßige und eine periodische zerlegen läßt und zu der Vermuthung Anlaß gab, daß diese Sterne möglicherweise doppelt sein könnten, in welchem Falle jedoch der eine Stern uns nicht sichtbar ist. Bei Sirius wies Bessel zuerst die Existenz eines solchen dunkeln Begleiters nach und bestimmte aus den periodischen Bewegungen des Sirius die Bahn des Begleiters. Gegenwärtig ist Sirius als Doppelstern bekannt, und wenn auch der Begleiter entfernter und dem Anschein nach viel kleiner ist als nach Bessel's Rechnung der dunkle Begleiter sein sollte, so scheint er doch die Umlaufszeit mit dem berechneten dunkeln Begleiter gemeinsam zu haben. Die von Auwers gerechnete Bahn ist

T =	1793.88
U =	49.407 Jahre
a =	2″.33
e =	0.615
i =	47°.1
Ω =	62°.0
ω =	18°.9

Direct.

k) Ueber die Entfernungen der Fixsterne.

Die Fixsterne sind Sonnen, und da unsere Sonne 56000 Millionen mal heller ist, als ein Fixstern 1. Größe, würde sie, wenn man voraussetzt, daß der Weltraum vollkommen durchsichtig ist und das Licht im Quadrat der Entfernung abnimmt, um nahe das 240000fache ihrer jetzigen Entfernung von der Erde fortgerückt werden müssen, damit sie uns von der Helligkeit eines Sternes 1. Größe erschiene. Da die Entfernung der Sonne von uns nahe 20 Millionen Meilen ist, würde sie also, um als Fixstern 1. Größe zu erscheinen, von uns 5 Billionen Meilen entfernt sein müssen.

Dies Beispiel zeigt, daß, wenn wir die Fixsterne als unserer Sonne ähnliche Körper annehmen, selbst die hellsten Sterne schon Billionen von Meilen entfernt sind und die schwächern, wenn wir ihr Schwächererscheinen nur der größern Entfernung zuschreiben, noch ganz beträchtlich weiter von uns entfernt stehen müssen.

Wenn man die Entfernung eines Gegenstandes nicht direct messen kann, geschieht es dadurch, daß man von zwei Orten, deren Distanz man kennt, die Winkel zwischen den Orten und dem Gegenstande mißt und dann die Entfernung des Gegenstandes berechnet. Die Distanz der beiden Orte voneinander, die Grundlinie oder Basis genannt, darf, da Beobachtungsfehler bei der Messung der Winkel unvermeidlich sind, nicht zu klein zu der Entfernung des Gegenstandes sein und am wenigsten wirken die Beobachtungsfehler ein, wenn das durch die Messungen entstehende Dreieck nahe ein gleichseitiges ist.

Um die Entfernung der Fixsterne zu bestimmen, wird man daher wegen der Größe derselben nicht den Durchmesser oder Halbmesser der Erde als Grundlinie annehmen können, sondern eine größere Basis suchen müssen. Man wählt dazu die Erdbahn, indem man zu verschiedenen Jahreszeiten die Richtungen nach den Fixsternen bestimmt und daraus den Winkel, unter dem am Fixstern der Radius der Erdbahn erscheint, die jährliche Parallaxe des Fixsterns ermittelt.

Daß solche Messungen nur mit den genauesten Instrumenten angestellt werden können und die Parallaxenbestimmung zu den schwierigsten Problemen der Astronomie gehört, bedarf wol kaum der Erwähnung. Alle Versuche, welche bei dem Erwachen der Astronomie nach dem Mittelalter Rothmann, Tycho, Hooke, Flamsteed, Picard, Cassini, Römer u. a. anstellten, mißglückten. Bradley wollte die Parallaxe bestimmen und entdeckte bei diesen Versuchen zuerst die Aberration des Lichts und nachher die Nutation (Schwanken der Erdachse).

Mit Sicherheit sind erst Parallaxen in neuerer Zeit von Bessel, W. Struve, Peters u. a. bestimmt.

Von folgenden Sternen hat man theils mit dem Heliometer, theils mit dem Refractor die Parallaxen ermittelt:

Von α Centauri ist die Parallaxe 0″.8, die mittlere Entfernung also 5 Billionen Meilen.

Von 61 Cygni ist die Parallaxe 0″.51, die mittlere Entfernung also 8 Billionen Meilen.

Von α Lyrae ist die Parallaxe 0″.16, die mittlere Entfernung also 26 Billionen Meilen.

Von 1830 Groombridge ist die Parallaxe 0″.27, die mittlere Entfernung also 15 Billionen Meilen.

Von 70 p Ophiuchi ist die Parallaxe 0″.17, die mittlere Entfernung also 24 Billionen Meilen.

Von 21185 Lalande ist die Parallaxe 0″.51, die mittlere Entfernung also 8 Billionen Meilen.

Von 34 Groombridge ist die Parallaxe 0″.31, die mittlere Entfernung also 13 Billionen Meilen.

Peters hat in Pulkowa versucht, von einer größern Anzahl von Sternen durch andere Methoden als die, welche bei den eben genannten Parallaxenbestimmungen in Anwendung gekommen sind, die Entfernungen zu bestimmen und daraus Mittelwerthe abgeleitet, welche im Durchschnitt

von Sternen 1. Größe die Parallaxe 0″.21, also die Entfernung 20 Billionen Meilen;

von Sternen 2. Größe die Parallaxe 0″.12, also die Entfernung 35 Billionen Meilen;

von Sternen 3. Größe die Parallaxe 0″.08, also die Entfernung 52 Billionen Meilen;

von Sternen 4. Größe die Parallaxe 0″.05, also die Entfernung 83 Billionen Meilen

u. s. w. ergeben haben, doch sind dies theilweise nur Näherungswerthe, welche noch sehr der Bestätigung bedürfen.

l) Die Durchmesser und physische Beschaffenheit der Fixsterne.

Daß es bei so großen Entfernungen schwer möglich ist, die Durchmesser der Fixsterne zu bestimmen, ist begreiflich. Unsere Sonne, die jetzt mehr als einen halben Grad Durchmesser hat, würde, wenn sie 240000 mal weiter wäre, nur den Durchmesser von $^1/_{150}$″ haben und daß daher die von den ältern Astronomen angegebenen Durchmesser (Kepler gab dem Sirius 240″, Gassendi demselben Stern 10″, Hevel 6″.3 u. s. w.) sehr unrichtig sind, ist nicht zu verwundern. Selbst die von Herschel angegebenen Durchmesser der Wega zu 0″.36, des Arktur zu 0″.20 sind, da wir so kleine Durchmesser selbst mit unsern besten Instrumenten kaum messen können, nur hypothetisch. Einen sehr sinnreichen Versuch wenigstens annähernd die Durchmesser zu bestimmen, hat Stampfer mit künstlich hergestellten Sternen gemacht und auch gefunden, daß wenn ein Stern 1. Größe so hell und groß als unsere Sonne ist, er nur einen Durchmesser von $^1/_{150}$′ zu haben braucht. Wenn die schwächern Sterne nur wegen ihrer größern Entfernung schwächer erscheinen, wird ihr scheinbarer Durchmesser gar verschwindend klein werden, sodaß gegenwärtig die Bestimmung so kleiner Größen noch ganz unmöglich erscheint.

Ueber die physische Beschaffenheit der Fixsterne wüßten wir gar nichts, wenn nicht die Spectralanalyse wenigstens einige allgemeine Aufschlüsse gegeben hätte.

Schon Fraunhofer hatte festgestellt, daß die Spectra der Fixsterne im allgemeinen dem Spectrum der Sonne ähnlich sind. Man sieht, wenn man das Fernrohr mit einem System von Prismen versieht und auf die Sterne richtet, continuirliche, von dunkeln Linien durchzogene Spectra, und da ganz ähnliche Spectra mit denselben dunkeln Linien durch das Verbrennen irdischer Stoffe dargestellt werden können, nimmt man an, daß in den Atmosphären oder Photosphären der Fixsterne dieselben Stoffe enthalten sind. In den Spectren der Sterne Aldebaran und Beteigeuze erkannte der Engländer Huggins z. B. die im Sonnenspectrum so bekannte Doppellinie D und schließt daraus, daß in den Atmosphären dieser Sterne Natriumdampf enthalten ist. Ebenso hat man aus andern Linien abgeleitet, daß auf beiden Sternen Magnesium, Wismuth, Antimon, Tellur und Quecksilber sich vorfindet, daß es in der Atmosphäre des Aldebaran auch Wasserstoffgas gibt, welches bei Beteigeuze fehlt.

Secchi unterscheidet nach den verschiedenartigen beobachteten Spectren vier Haupttypen von Sternen. Das Spectrum der weißen oder wenig bläulichen Sterne, z. B. der Wega, des Sirius, Atair, Regulus,

Rigel, von drei Sternen des großen Bären, mit Ausnahme von α Ursae majoris, zeigen ein Spectrum, welches ſich durch vier dunkle Linien auszeichnet, die in dem Spectrum des glühenden irdiſchen Waſſerſtoffs vorkommen. Da dieſe Linien in dem Sternſpectrum eine große Breite haben, ſchließt man daraus, daß die abſorbirende Schicht des Waſſerſtoffs ſehr dick iſt und unter einem großen Drucke ſteht, ſowie daß die Temperatur derſelben eine bedeutende iſt.

Der zweite Typus der Fixſterne zeigt ſich im Spectrum unſerer Sonne, in Capella, Pollux, Arktur, Aldebaran, Procyon u. ſ. w., und man iſt übereingekommen, daß dieſe Sterne ganz ähnliche ſtoffliche Zuſammenſetzung und ſonſtige phyſiſche Beſchaffenheit wie die Sonne haben müſſen.

Zu dem dritten Typus gehören die rothen Sterne α Orionis, β Pegasi, Mira Ceti, Antares, α Herculis u. a. Die Abſorptionslinien ſind mehr Streifen als Linien und die Natriumlinie D erſcheint beſonders ſtark ausgebreitet, während die Waſſerſtofflinien weniger vorherrſchend als bei den beiden erſten Typen ſind. Die Linien ſprechen für das Vorhandenſein von Magneſium, Natrium und Eiſen.

Der vierte Typus der Spectra endlich zeigt drei helle, durch dunkle Zwiſchenräume getrennte Bänder, von denen das glänzendſte im Grün liegt, das zweite viel ſchwächere im Blau; das dritte, im Gelb, erſtreckt ſich bis zum Roth und zerfällt oft in mehrere Abtheilungen. Dieſes Spectrum iſt ſehr verſchieden von dem der andern Typen, gehört auch ſchwachen Sternen an und hat die größte Aehnlichkeit mit dem Kohlenſpectrum.

Von den unterſuchten Sternen gehört etwa die Hälfte dem erſten Typus, ein Drittel dem zweiten Typus, die meiſten der übrigbleibenden dem dritten Typus an und nur ſchwächere Sterne zeigen den vierten Typus.

II. Die theoriſche Aſtronomie.

(Tafel 4, 5, 6, 7, 11, 12.)

1. Einleitung. Erklärungen.

Sobald die Bewegung einzelner Sterne erkannt, war es ſehr natürlich, daß man die Art der Bewegung, die Bahnen beſtimmen wollte und ſich beſtrebte, die Bewegung der Himmelskörper in ein Syſtem zu bringen. Dem Scheine entſprechend ſetzten die Mehrzahl der alten Philoſophen die Erde in den Mittelpunkt des Weltalls und ließen um die Erde nach der Größe der Umlaufszeit die Wandelſterne, zunächſt den Mond, dann die Planeten Mercur, Venus, darauf die Sonne, die Planeten Mars, Jupiter und Saturn kreiſen. Jedem dieſer Himmelskörper gab man eine beſondere concentriſche Hohlkugel, eine Sphäre, und in eine äußere Sphäre kamen alsdann die Fixſterne.

Obwol im Alterthum ſchon einige andere Anſichten, beſonders aus der Schule der Pythagoräer, von Ariſtarch von Samos u. a. ausgeſprochen wurden, hat doch das Weltſyſtem, welches die Erde unbeweglich im Mittelpunkt ſetzte, und das ausführlich in dem erſten aſtronomiſchen Lehrbuche, dem „Almageſt", niedergelegt iſt, eine hiſtoriſche Bedeutung erlangt und galt bis zum Schluſſe des Mittelalters als das allein richtige.

Das Ptolemäiſche Weltſyſtem, ſo wurde es nach dem berühmten Verfaſſer des „Almageſt", Ptolemäus, genannt, hatte zwölf durchſichtige, ſphäriſche Kugelſchalen, von welchen die erſten acht ſchon genannt ſind, die neunte und zehnte hießen der erſte und zweite Kryſtallhimmel und dienten zur Erklärung des Vorrückens der Nachtgleichen (der Präceſſion), die elfte dagegen, das primum mobile, führte alle von ihm eingeſchloſſenen Kreiſe täglich um die Erde, während endlich die zwölfte, das empyreum, als der Aufenthalt der ſeligen Geiſter gedacht wurde.

Ein anderes Weltſyſtem, das ägyptiſche genannt, beſtimmte, daß im Mittelpunkt des Weltalls die Erde ſtünde und um dieſe der Mond, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn ſich bewegten, außerdem aber Mercur und Venus um die Sonne ihre Bahnen beſchrieben.

Nikolaus Kopernicus, geb. 1473, geſt. 1543, fand das Ptolemäiſche Syſtem den Bewegungen der Himmelskörper nicht entſprechend, denn nach demſelben mußte man den Planeten, die theils von rechts nach links und dann rechtläufig, theils von links nach rechts und dann rückläufig ſich zu bewegen ſcheinen, noch eigenthümliche Bewegungen geben, welches dadurch geſchah, daß man die Wandelſterne in den Sphären kleine Kreiſe beſchreiben ließ, die man Epicykeln nannte.

Alle dieſe verwickelten Bewegungen, das ganze Syſtem der Epicykeln, hob Kopernicus dadurch auf, daß er die Erde in die Reihe der Planeten ſetzte und um die Sonne erſt Mercur, dann Venus, darauf die Erde, Mars, Jupiter und Saturn ſich bewegen ließ, dem Monde aber als Trabanten der Erde ſeine Bahn um die Erde gab. Erklärte er dadurch auf eine höchſt einfache Art die ſcheinbar ſo eigenthümlichen ſchleifenförmigen Bewegungen der Planeten und die jährliche Bewegung der Sonne, indem dieſe nur Schein ſei, die Erde ſich vielmehr innerhalb eines Jahres um die Sonne drehte, ſo gab er, um die raſche Bewegung der Fixſternſphäre mit allem andern in Uebereinſtimmung zu bringen, der Erde noch eine Umdrehung um ihre Achſe innerhalb eines Tags.

Wenn nun auch Kopernicus ſchon ſelbſt ſein äußerſt einfaches Syſtem, um die nicht gleichförmige Bewegung der Planeten zu erklären, dahin modificirte, daß er die Sonne nicht im Centrum der Planetenbahnen, ſondern excentriſch hinſtellte, ſo vollendete doch erſt der große Kepler dieſes Syſtem durch die Erkenntniß der wahren Bahnen der Himmelskörper. Kopernicus iſt aber doch mit vollem Recht der Reformator der Aſtronomie und auf ſeinem Syſtem beruht gegenwärtig das ganze Gebäude der theoriſchen Aſtronomie.

Das Kopernicaniſche Syſtem fand anfangs viele Feinde, zumal man glaubte, daß es mit den Lehren der Bibel nicht übereinſtimmte. Selbſt der berühmte praktiſche Aſtronom Tycho de Brahe gehörte zu ſeinen Widerſachern, und nach ſeinem Tode fand man ein anderes Weltſyſtem vor, welches nach ihm das Tychoniſche heißt. Danach bewegten ſich um die Sonne die Planeten Mercur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, während die Erde feſt im Weltraume angenommen wurde und um ſie zuerſt der Mond, dann die Sonne mit den ſie umkreiſenden Planeten ihren Lauf vollführen ſollten.

Auf Taf. 11, Fig. 8 iſt der ſcheinbare Lauf der Venus vom 1. Januar bis Anfang Mai 1870 dargeſtellt und man erkennt von Januar 1 bis Februar 1 die rechtläufige Bewegung; dem kurzen ſcheinbaren Stillſtande folgt die rückläufige Bewegung bis Mitte März, dann abermals ein kurzer Stillſtand und darauf wieder rechtläufige Bewegung.

Auf Taf. 5 iſt in Fig. 1 das Ptolemäiſche Syſtem mit der Erde im Mittelpunkt und den zwölf Sphären enthalten, in Fig. 2 erſcheint das Tychoniſche Syſtem, beſtehend aus fünf Kreiſen um die Sonne und zwei Kreiſen um die Erde.

Taf. 4 enthält in Fig. 1 das Kopernicaniſche Sonnenſyſtem, im Centrum die Sonne, in elliptiſchen Bahnen die Planeten Mercur, Venus, Erde, Mars, dann

schattirter Ring, welcher die Bahnen sämmtlicher neu-entdeckter kleiner Planeten zwischen Mars und Jupiter einschließt, darauf folgen die Bahnen des Jupiter und Saturn, welche Planeten sämmtlich den Alten bekannt waren. Uranus und Neptun, erst in den letzten 90 Jahren entdeckt, haben nicht Platz finden können, weil alsdann in dem schon sehr kleinen Maßstabe, $^1/_{15}$ Billionstel, die Tafel gerade dreimal so groß hätte sein müssen. Auf die Bahn der periodischen Kometen, welche in diesem System verzeichnet sind, werden wir später zurückkommen.

Der theorischen Astronomie in ihrer jetzigen Gestalt liegen die von Kepler entdeckten Regeln zu Grunde, welche sich aus dem Princip der Anziehungskraft entwickeln lassen. Diese Kepler'schen Regeln sind:

1) Jeder Planet beschreibt eine Bahn, die in der Mathematik ein Kegelschnitt genannt wird und in einem der Brennpunkte dieser Kegelschnitte steht die Sonne.
2) Die Flächen, welche von dem Radius-vector (Entfernung der Himmelskörper von der Sonne) in der Bahn beschrieben werden, sind den Zeiten proportional, in welchen sie durchlaufen werden.
3) Es verhalten sich bei den verschiedenen Planeten unsers Sonnensystems die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Kuben der mittlern Entfernungen.

Die beiden ersten Kepler'schen Regeln wurden (er entdeckte die zweite zuerst) im Jahre 1609 in der Schrift „Astronomia nova, sive physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex Observationibus Tychonis Brahe. 1609 Heidelbergae" aufgestellt. Die dritte Regel fand Kepler 1618, und zwar schon am 8. März, doch wies er sie nach Berichtigung eines Rechnungsfehlers erst am 15. Mai 1618 nach.

Die Bahnen, welche die Planeten um die Sonne beschreiben, sind Ellipsen mit meistens geringer Excentricität, während die Kometen entweder Ellipsen mit ziemlich bedeutender Excentricität oder Parabeln (mit der Excentricität 1) oder Hyperbeln (mit Excentricitäten über 1) beschreiben; die Bahnen der Sternschnuppenschwärme sind entweder Ellipsen (wenn die Schwärme nach bestimmten Perioden wiederkommen), Parabeln oder Hyperbeln. Die Art und Weise, wie aus den Beobachtungen die Bahnen berechnet werden, ist eine ziemlich complicirte, für die Kometen hat der Astronom Olbers zu Ende des vorigen Jahrhunderts eine sehr bequeme und leichte Methode gefunden, welche jetzt noch angewandt wird. Gauß hat, was die Bestimmung der Planetenbahnen betrifft, in seinem berühmten Werke: „Theoria motus corporum coelestium etc.", dasjenige Verfahren angegeben, welches nicht allein durch seine Methode und Einfachheit, sondern auch durch Kürze sich auszeichnet. Erst in neuerer Zeit, seitdem die Zahl der Planeten ungemein groß geworden, hat man sich bemüht, die Methode noch zu vereinfachen und zu kürzen, und ist dies auch theilweise gelungen.

Die Darstellung einer Bahn geschieht durch verschiedene Größen, welche man Elemente nennt. Die theorische Astronomie lehrt, daß in unserm Sonnensystem zur Bestimmung der Ellipse und Hyperbel, abgesehen von der Masse des Himmelskörpers, die bei den kleinen Planeten und den Kometen vernachlässigt wird, sechs Elemente gehören, während für die Parabel deren fünf genügen.

Zur Bestimmung der Bahn selbst gehören bei der Ellipse und Hyperbel zwei Elemente. Die längste Linie in der Ellipse, welche durch deren Mittelpunkt gezogen werden kann, heißt die große Achse, die kürzeste und auch durch den Mittelpunkt gehende Linie die kleine Achse. Durch die große und kleine Achse, also durch zwei Elemente, ist die Ellipse bestimmt. Die Lehre von den Kegelschnitten zeigt aber, daß, wenn man die beiden Achsen kennt, auch die Excentricität, die Entfernung des Brennpunktes vom Mittelpunkt ausgedrückt in der Einheit der halben großen Achse, leicht gefunden werden kann, und daher ist die Ellipse auch sofort bestimmt, wenn statt einer der Achsen (gewöhnlich statt der kleinen Achse) die Excentricität gegeben ist.

Da die Sonne in einem Brennpunkt der Ellipse steht, so findet sich, daß der Planet der Sonne am nächsten, wenn er in einem Endpunkt der großen Achse angelangt ist (im Perihel), am entferntesten ist der Planet an dem andern Endpunkte der großen Achse (im Aphel). Bei der Parabel und der Hyperbel ist die halbe große Achse unendlich groß, es fällt dieses Element fort und man gibt bei der Parabel gewöhnlich die Entfernung im Perihel an; bei der Hyperbel ist noch die Größe der Excentricität nöthig.

Wenn die Excentricität 0 ist, fallen die Brennpunkte mit dem Mittelpunkt zusammen, es entsteht der Kreis; wenn die Excentricität 1 ist, so wird, wie schon gesagt, aus der Ellipse die Parabel.

Den Winkel, dessen Sinus gleich der Excentricität ist, nennt man auch den Excentricitätswinkel.

Die Bahnen, welche die Planeten und Kometen beschreiben, sind meistens gegen unsere Erdbahn oder gegen die Ebene, welche durch die Erdbahn gelegt wird, die Ekliptik, geneigt und die Durchschnittspunkte der Planeten- und Kometenbahnen mit dieser Ebene heißen die Knotenpunkte. Derjenige Knoten, durch welchen der Himmelskörper geht, wenn er von südlicher Breite zu nördlicher übergeht, heißt der aufsteigende, der andere der niedersteigende Knoten. Die Angabe der Länge des aufsteigenden Knotens, d. h. wie viele Grade dieser vom Frühlingspunkt entfernt ist, und die Neigung der beiden Bahnen zu einander sind wieder zwei Elemente.

Gibt man nun noch an, welche Länge der Himmelskörper hat, wenn er im Perihel steht, außerdem die Zeit oder die Epoche des Durchgangs durch das Perihel, so hat man für die Ellipse und Hyperbel im ganzen sechs Elemente, für die Parabel nur fünf Elemente, für den Kreis, da bei selbigem kein Perihel vorhanden ist, nur vier Elemente. Bei den größern Planeten ist noch als siebentes Element die Angabe der Masse des Körpers nöthig.

Die Aufgabe der theorischen Astronomie besteht nun darin, aus Beobachtungen die Bahn oder die Elemente der Bahn zu ermitteln. Bei den sechs Planetenelementen bedarf man dazu sechs einzelner Beobachtungen, welche in drei Längen und drei Breiten, oder vier Längen und zwei Breiten u. s. w., bestehen können, bei parabolischen Bahnen genügen fünf, bei kreisförmigen Bahnen sogar nur vier Daten.

Wenn man die Elemente der Bahn kennt, ist es nicht schwer, den Lauf des Himmelskörpers zu berechnen. Man ermittelt ihn zuerst, indem man sich in den Mittelpunkt der Sonne denkt, d. h. man bestimmt die heliocentrischen Oerter, dann versetzt man sich in den Mittelpunkt der Erde und bestimmt die geocentrischen Oerter. Die Angabe der Oerter in regelmäßigen Intervallen (etwa von Tag zu Tag) heißt eine Ephemeride.

Die Umlaufszeit eines Himmelskörpers ist die Zeit, welche er gebraucht, um seine ganze Bahn einmal

zu durchlaufen, und sie läßt sich, sobald man die halbe große Achse oder die mittlere Entfernung kennt, nach der dritten Kepler'schen Regel leicht berechnen. Die **mittlere tägliche Bewegung** eines Himmelskörpers ergibt sich, wenn man den Umkreis oder 360° durch die Umlaufszeit, in Tagen ausgedrückt, theilt.

Wir haben aber gesehen, daß sich der Nullpunkt unserer Zählung am Himmel fortwährend ändert. Da man auch die Umlaufszeit als die Zeit, welche verfließt, zwischen einer Stellung des Objects am Himmel und dessen Wiederkehr in dieselbe erklären kann, so unterscheidet man, je nachdem diese Stellungen sich auf die Fixsterne, auf den Nullpunkt unserer Theilung, auf die Stellung zur Erde und Sonne beziehen, verschiedene Umlaufszeiten.

Die **siderische Umlaufszeit** ist die Zeit, welche verfließt zwischen zwei gleichen Stellungen des Planeten in Bezug auf die Fixsterne.

Die **tropische Umlaufszeit** ist die Zeit, welche der Planet gebraucht, um wieder zu demselben Punkte in Bezug auf den Nachtgleichenpunkt zu kommen, d. h. denselben Grad der Länge einzunehmen, welchen er gehabt hat.

Die **synodische Umlaufszeit** ist der Zwischenraum zwischen zwei gleichen Stellungen des Planeten in Bezug auf Erde und Sonne, z. B. die Zeit von einer Opposition oder Conjunction zur andern. Unter **Conjunction** versteht man die Stellung, wenn die Sonne und der Planet von der Erde aus gesehen dieselbe Länge haben, unter **Opposition** die Stellung, wenn die Länge der Sonne und des Planeten genau um 180° voneinander verschieden sind.

Der Winkel, welcher an der Sonne entsteht, wenn man einen Radiusvector vom Planeten nach der Sonne zieht und einen andern Radiusvector von der Sonne nach dem Punkte des Perihels, heißt die **wahre Anomalie**.

Denkt man sich einen Himmelskörper, der mit dem betrachteten Planeten dieselbe Umlaufszeit hat, dessen Bahn aber ein Kreis und dessen Bewegung daher eine ganz gleichförmige ist, so heißt der Winkel, welcher zwischen der frühern Perihelrichtung und der Richtung von der Sonne nach diesem imaginären Planeten gebildet wird, die **mittlere Anomalie**. Die Differenz, welche bei einer Bahn zwischen der wahren und mittlern Anomalie existirt, heißt die **Mittelpunktsgleichung**.

Endlich unterscheidet man noch eine Anomalie, welche entsteht, wenn man sich um den Mittelpunkt der Ellipse einen Kreis denkt, der die halbe große Achse als Radius hat. Zieht man von der halben großen Achse senkrecht durch den Ort des Planeten eine gerade Linie, so trifft man die Peripherie des Kreises in einem bestimmten Punkte. Der Winkel am Mittelpunkt der Ellipse, gebildet durch die Richtung nach dem Perihel und durch die Richtung nach dem eben bestimmten Punkte in der Peripherie des Kreises, heißt die **excentrische Anomalie**. Zwischen ihr und der wahren, sowie zwischen ihr und der mittlern Anomalie bestehen ziemlich einfache Gleichungen, welche schon von Kepler entwickelt sind und wovon die zwischen der excentrischen und wahren Anomalie von besonderer, nicht algebraischer, sondern transscendenter Form ist und die **Kepler'sche Gleichung** heißt.

Statt der Durchgangszeit durch das Perihel, welche man bei Kometenbahnen als Element einführt, hat man bei der Ellipse zu einer bestimmten Epoche die dazu gehörige mittlere Anomalie eingeführt.

Die Länge des Perihels unter der Angabe der Elemente ist, wenn die Planetenbahn eine Neigung gegen die Ekliptik hat, die Summe zweier Bögen, nämlich das Bogenstück von dem Nullpunkt der Theilung bis zum Knotenpunkte, die Länge des Knotens, und das Bogenstück vom Knoten bis zum Perihel.

Das Bogenstück vom Knotenpunkt bis zum Ort des Planeten heißt die **Länge in der Bahn**, auch **Argument der Breite**, und dazu die Länge des Knotens addirt, gibt die sogenannte **mittlere Länge des Planeten**.

Statt der halben großen Achse oder deren Logarithmus allein gibt man gewöhnlich noch die mittlere tägliche Bewegung an und erlangt dadurch und in Verbindung mit den eben erwähnten Daten mehr als sechs oder fünf Elemente. Es sind dies eigentlich überflüssige, von den nothwendigen abhängige Elemente; sie dienen zur Controle und zur bessern Uebersicht.

Auf unserer Taf. 11 ist die Fig. 5 eine Versinnlichung der zweiten Kepler'schen Regel; die schattirten Flächen sind elliptische Sectoren von gleicher Größe, die also in gleichen Zeiten beschrieben werden. Der Sector ASB ist gleich dem Sector HSG, gleich dem Sector CSD, gleich dem Sector FSE, und man erkennt die ungleiche Bewegung in der Bahn, indem in denselben Zeiten die Bogen AB, CD, EF, GH beschrieben werden.

In Fig. 6 derselben Tafel ist eine Darstellung der mittlern und wahren Anomalie; der Winkel ASP ist die wahre Anomalie, welche in derselben Zeit von dem Planeten beschrieben, für welche man sich die mittlere Anomalie A′SP′ zurückgelegt denkt, ebenso entspricht die mittlere Anomalie A′SQ′ der wahren Anomalie ASQ, und den Halbkreis A′SS′ denkt man sich in derselben Zeit durchlaufen, als die Halbellipse ASB.

Stellt die Linie SVF die Richtung nach dem Frühlingsanfangspunkt, dem Nullpunkt unserer Theilung am Himmel dar, so ist der Winkel VSA die Länge des Perihels, der Winkel VSP die mittlere Länge des Planeten.

Auf Taf. 4 sind bei den Planeten- und Kometenbahnen die Perihelien durch Punkte mit dem Buchstaben π, die aufsteigenden Knoten durch die Zeichen ☊, die niedersteigenden Knoten durch ☋ angegeben.

2. Das Sonnensystem.

Zu unserm Sonnensystem gehören die **Sonne**, der man das Zeichen ☉ gegeben hat, die **Planeten** **Mercur** mit dem Zeichen ☿, **Venus** ♀, **Erde** ♁, **Mars** ♂, die **kleinen Planeten** zwischen Mars und Jupiter, deren gegenwärtig (November 1871) 117 bekannt sind, welchen allgemein jetzt die Zeichen ①, ② .... ⑰ gegeben werden, **Jupiter** ♃, **Saturn** ♄, **Uranus** ♅, **Neptun** ♆; ferner die **Monde** oder **Trabanten**, die **Kometen** und die **Meteoriten** oder **Sternschnuppenschwärme**, und das Wissenswerthe über diese Himmelskörper werden wir in möglichster Kürze angeben.

a) Die Sonne

ist der Centralkörper unsers Planetensystems und der uns am nächsten stehende Fixstern. Sie ist die Spenderin des Tageslichts und der Wärme, und ihre **Helligkeit** ist so groß, daß etwa 620000 Vollmonde und 56000 Millionen Fixsterne von der 1. Größe, von der Helligkeit der Capella, dazu gehören, um dasselbe Licht zu verbreiten.

Die **mittlere Entfernung** der Sonne von der Erde ist die Einheit in unserm System und zugleich die halbe große Achse der Ellipse, welche unsere um die Sonne beschreibt. Der Winkel, unter ♁

der Sonne aus der Halbmesser der Erde erscheint, heißt die Sonnenparallaxe und ist nach den neuesten Untersuchungen 8″.848. Die mittlere Entfernung von uns ist 20,036000 geographische Meilen, deren 5400 auf den Umfang der Erde am Aequator gehen. Das Licht gebraucht, um diesen Weg zu durchlaufen, nach Struve 8 Minuten 17.88 Secunden.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittlern Entfernung ist 32′ 4″.2, doch steigt selbiger in der Erdnähe (am 1. oder 2. Januar) auf 32 36″.5 und nimmt ab in der Erdferne (am 1. oder 2. Juli) bis auf 31′ 31″.9. Der wahre Durchmesser der Sonne ist 187000 geographische Meilen, 109 mal größer als der der Erde, die Oberfläche daher 11900 mal größer als unsere Erdoberfläche, der körperliche Inhalt 1,280000 mal größer als der unserer Erde.

Die Sonnenmasse ist nach Hansen 319455 mal so groß als die der Erde, die mittlere Dichtigkeit dagegen nur $^1/_4$ der mittlern Dichtigkeit der Erde und das 1.4fache der Dichtigkeit des Wassers.

Die Schwerkraft auf der Oberfläche der Sonne ist 27 mal so groß als bei uns, sodaß ein Körper, der auf der Erde ein Pfund schwer ist, auf der Sonne 27 Pfund wiegen wird. In der ersten Secunde fällt ein Körper auf der Sonnenoberfläche durch einen Weg von 133 Meter, während auf der Erde der Fallraum in derselben Zeit nur 4.9 Meter ist.

Auf der Sonne erblickt man zuweilen schon mit bloßem Auge dunkle Flecke, die im Fernrohr mit einem Halbschatten (Penumbra) umgeben sind, und durch deren Beobachtung man gefunden hat, daß sich die Sonne in 25 Tagen 7 Stunden um ihre Achse dreht. Doch haben die meisten Flecke selbst noch eine eigene Bewegung, und es zeigt sich, daß, wenn man die Rotation aus Flecken ableitet, die nördlich oder südlich vom Sonnenäquator stehen, für die Rotation eine etwas andere und zwar größere Zahl herauskommt. Aus den Beobachtungen der Flecke hat man auch gefunden, daß der Sonnenäquator gegen die Ekliptik um 7° 30′ geneigt ist und der Durchschnittspunkt oder der aufsteigende Knoten in 78° liegt. Die Flecke haben oft beträchtliche Dimensionen und bis zu 10000 Meilen und mehr im Durchmesser. Sie erscheinen nördlich und südlich vom Aequator der Sonne, gehen aber selten über eine bestimmte Zone, die die Königszone genannt wird und sich bis zu 40° nördlich und südlich vom Aequator erstreckt, hinaus.

Außer größern Flecken hat die Sonne, in starken Fernröhren betrachtet, eine große Menge äußerst kleiner Flecke oder Poren, zwischen welchen sich Lichtadern hindurchziehen. An einzelnen Stellen sind beträchtliche Lichtanhäufungen, die Sonnenfackeln genannt werden.

Nicht zu allen Zeiten sind gleichviel Sonnenflecke vorhanden; es gibt Jahre, wo deren sehr wenige sind, andere, in denen ungemein viel sich zeigen, und man hat gefunden, daß von einem Fleckenmaximum oder Fleckenminimum zum andern $11^1/_9$ Jahre verfließen. Die letzten Fleckenmaxima fielen in die Jahre 1848, 1859, 1870, die Minima in die Jahre 1856, 1868.

Bei totalen Sonnenfinsternissen hat man zuerst an den Rändern der Sonne rothe Hervorragungen, Protuberanzen, wahrgenommen, die sich mehrere Minuten über den Sonnenrand erstrecken und bis zu 20000 Meilen und mehr Höhe haben. Gegenwärtig ist es möglich, mit Spectralapparaten diese Protuberanzen bei unbewölktem Himmel zu jeder Tageszeit zu sehen. Außerdem gewahrt man bei totalen Sonnenfinsternissen einen helleuchtenden Lichtkreis um die Sonne, welcher die Krone (Corona) genannt wird.

Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne existiren zwei Hypothesen, die eine von Wilson und W. Herschel, nach welcher die Sonne selbst ein dunkler Körper ist, der mit mehrern Atmosphären, unter ihnen eine helleuchtende, Photosphäre genannt, umgeben ist, und die Sonnenflecke werden nach dieser Hypothese als Löcher in der Photosphäre erklärt, durch welche man den dunkeln Kern der Sonne sieht, die Sonnenfackeln werden als Lichtanhäufungen erklärt u. s. w.

Nach der andern Hypothese ist die Sonne noch im feurigflüssigen Zustande, ebenfalls mit mehrern Atmosphären umgeben, in welcher eine Menge gasförmige Substanzen sich befinden, die gewisse Sonnenstrahlen absorbiren und uns in dem Spectrum der Sonne als dunkle Linien erscheinen. Die Flecke sind danach Schlacken, welche auf der feurigflüssigen Oberfläche schwimmen, über sich eine Temperaturerniedrigung eintreten lassen und dadurch die die Flecke umgebende Penumbra erzeugen. Die Protuberanzen werden als gasförmige Gebilde, Ströme, angenommen, die ähnlich unsern Wolken auf der Erde fortwährend ihre Form und Größe ändern.

Wenn man mächtige Eruptionen und Stürme an der Sonnenoberfläche annimmt, lassen sich alle bisjetzt wahrgenommenen Erscheinungen mit der letztern Hypothese auf eine einfachere Art erklären, als mit Hülfe der erstern Wilson-Herschel'schen.

Taf. 7, Fig. 1 stellt die totale Sonnenfinsterniß vom Jahre 1860 am 18. Juli dar; die hellen Hervorragungen am Rande sind die Protuberanzen und der die schwarze Scheibe umgebende Lichtkreis die Krone.

Fig. 2 auf derselben Tafel stellt die eigenthümliche Form der Sonnenflecke dar, wie sie in dem großen Fernrohr der leipziger Sternwarte am 13. September 1867 gesehen und gezeichnet wurden.

b) Die Planeten.

1) Mercur

ist der nächste, uns sicher bekannte, die Sonne umkreisende Planet. Obwol man noch einen oder mehrere der Sonne nähere Planeten vermuthet, und einige auch glauben, daß ein solcher gesehen worden ist, kann doch nach reiflicher Prüfung aller Umstände die Beobachtung eines solchen Planeten höchstens als wahrscheinlich bezeichnet werden.

Die mittlere Entfernung von der Sonne ist 7.8 Millionen Meilen, die kleinste, da die Excentricität der Bahn nahe $^1/_5$, 6.2 Millionen, die größte 9.3 Millionen Meilen. Sein tropischer Umlauf beträgt 87 T. 23 St. 14 M. 32 S., sein synodischer 115 T. 21 St. Die Entfernung von der Erde schwankt zwischen 10.4 Mill. und 29.7 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 12″.9 und 4″.5, der wahre Durchmesser ist 650 Meilen.

Seine Masse ist nach Encke $^1/_{4721000}$ der Sonnenmasse und die Dichtigkeit 1.4 im Vergleich zur Erde. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, ist auf dem Mercur 0.52 Pfund schwer.

Da er im Mittel der Sonne $2^1/_2$ mal näher als unsere Erde, so bekommt er circa sechsmal so viel Licht und Wärme. Seiner Nähe zur Sonne wegen sehen wir ihn auch immer in geringer Entfernung derselben, bald nach der Sonne untergehend, bald vor ihr aufgehend. Seine größte Entfernung von der Sonne, die größte Elongation, kann bis auf 28° steigen. Er erscheint dem bloßen Auge zur Zeit der größten Elongation etwa als Stern 2. Größe.

Da er ein innerer Planet ist, d. h. seine Bahn innerhalb der Erdbahn liegt, so erkennt man im Fernrohr Phasen, wie unser Erdmond sie zeigt: er erscheint

uns bald ganz, bald halb, bald als Sichel beleuchtet. Die Phasen sind nicht scharf begrenzt, und man hat daraus auf die Existenz von Bergen und einer Atmosphäre geschlossen und die Rotation um seine Achse zu 24 St. 5 M. bestimmt.

Zu gewissen Zeiten sehen wir ihn vor der Sonnenscheibe vorübergehen, und solche Mercurdurchgänge finden in diesem Jahrhundert statt am 6. Mai 1878, am 8. November 1881, am 10. Mai 1891, am 10. November 1894.

2) Venus.

Die mittlere Entfernung der Venus von der Sonne ist 14.5 Millionen Meilen, und da die Excentricität der Bahn nur $^1/_{144}$ ist, kann sie sich der Sonne bis auf 14.4 Mill. Meilen nähern und bis auf 14.6 Mill. Meilen entfernen.

Die tropische Umlaufszeit ist 224 T. 16 St. 41 M. 26 S., die synodische 1 J. 218 T. 16 St., sodaß der Planet in acht Jahren fast fünf synodische Umläufe macht und alle acht Jahre fast zu derselben Jahreszeit an derselben Stelle des Himmels erscheint.

Die Entfernung der Venus von der Erde schwankt zwischen 5.3 Mill. und 35 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 65″.2 und 9″.5, der wahre Durchmesser ist 1640 Meilen. Die Masse ist $^1/_{412100}$ der Sonnenmasse und die Dichtigkeit 0.89 im Vergleich zur Erde. Ein Pfund auf der Erde wiegt auf der Venus 0.85 Pfund.

Die Venus ist der Sonne 1.4 mal näher als der Erde, sie erhält daher etwa 1.9 mal soviel Licht und Wärme. Wegen ihrer Nähe zur Sonne erscheint sie uns bald als Morgenstern, bald als Abendstern, und ihre größte Elongation übersteigt nicht 48°. Am hellsten (im größten Glanze) erscheint sie uns 39 Tage vor und nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne.

Als innerer Planet zeigt auch Venus wie Mercur alle Phasen von der schmalen Sichel bis zur vollen Beleuchtung. Ihre Phasen zeigen keine scharfen Grenzen man sieht auf ihr Flecke, aus welchen man auf eine Atmosphäre geschlossen hat und wodurch man die Rotation um die Achse auf 23 St. 21 M. 22 S. angibt, doch ist diese Zahl noch sehr unsicher.

Wie der Mercur geht auch die Venus zu bestimmten Zeiten vor der Sonnenscheibe vorüber und diese Venusdurchgänge sind für die Ermittelung der Sonnenparallaxe oder der Entfernung der Sonne von der Erde von großer Wichtigkeit. Solche Vorübergänge finden aber nicht sehr oft statt, in der nächsten Zeit am 8. December 1874, am 6. December 1882, und dann erst wieder am 7. Juni 2004, am 5. Juni 2012, am 10. December 3117, am 8. December 2125; die Perioden sind daher 8, $121^1/_2$, 8, $105^1/_2$ Jahre.

Auf Taf. 11 sind in Fig. 2 die Beleuchtungsphasen des Mercur und der Venus in ihren scheinbaren Größen, gesehen von der Erde, dargestellt. Sowol Mercur als die Venus sind ganz beleuchtet zur Zeit der obern Conjunction, zur Zeit der untern Conjunction gar nicht, denn den dunkeln, schwarz gezeichneten Theil der Kugeln sieht man für gewöhnlich nicht.

3) Erde.

Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist nach den neuesten Bestimmungen 11650 mal größer als ihr Durchmesser oder 20,036000 geographische Meilen; die Sonnenparallaxe wird zu 8″.848 angenommen. Die Excentricität der Erdbahn ist $^1/_{60}$ und daher ihre kleinste Entfernung von der Sonne 19,704000 Meilen, ihre größte 20,372000 Meilen.

Die siderische Umlaufszeit ist 365 T. 6 St. 9 M. 9.5 S., die tropische oder die Länge des Sonnenjahrs 365 T. 5 St. 48 M. 46.1 S. Der Zeitraum, welchen die Erde gebraucht, um sich einmal um ihre Achse zu drehen, heißt ein Sterntag, welches Intervall sich bis auf ganz kleine periodische Schwankungen immer gleich bleibt, während der wahre Sonnentag oder die Zeit von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum andern wegen der ungleichförmigen Bewegung der Erde und weil die Bewegung in der Ekliptik und nicht in der Ebene des Aequators geschieht, ungleich ist. Der mittlere Sonnentag ist die Zeit, welche bei ganz gleichförmiger Bewegung der Erde um die Sonne in der Ebene des Aequators zwischen zwei Culminationen der Sonne durch den Meridian verfließen würde, und es sind 365.25636 solcher mittlern Sonnentage gleich 366.25636 Sterntage, sodaß die Dauer eines Sterntags 23 St. 56 M. 4.091 S. nach mittlerer Zeit ist.

Zur Zeit des Frühlingsanfangs, wenn die Erde im Aequator steht, ist die Sternzeit der wahren Zeit gleich, zu allen andern Zeiten des Jahres ist sie von der wahren Zeit verschieden, und die Differenz wächst täglich um nahe 4 Minuten und ist zur Herbstnachtgleiche 12 Stunden.

Die Dauer des wahren Sonnentags schwankt zwischen 23 St. 59 M. 39 S. und 24 St. 0 M. 30 S.

Die Differenz zwischen der mittlern und der wahren Sonnenzeit heißt die Zeitgleichung.

Die mittlere Zeit und wahre Sonnenzeit fallen im Jahre viermal zusammen, und zwar am 14. oder 15. April, am 14. oder 15. Juni, am 31. August oder 1. September und am 23. oder 24. December. Der größte positive Werth der Zeitgleichung gegen Mitte Februar ist $14^1/_2$ Minuten, der größte negative Werth Anfang November $16^1/_3$ Minuten.

Der Aequator der Erde ist gegen die Ekliptik (Erdbahn) gegenwärtig 23° 27′ 22″ geneigt, welche Größe, sogenannte Schiefe der Ekliptik, sich jetzt jährlich um 0″.476 vermindert, später aber wieder zunimmt, in der Art, daß die Neigung des Aequators zwischen 21° und 27° schwankt.

Bis auf ganz kleine Schwankungen bleibt die Erdachse im Laufe des Jahres immer parallel, und bei der Bewegung der Erde um die Sonne scheint wegen der Schiefe der Ekliptik die Sonne über den Horizont eines Ortes höher zu steigen oder tiefer zu sinken. Es entstehen daraus die Ungleichheit des Tags und der Nacht sowie die Jahreszeiten, Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Der astronomische Frühling fängt für die nördliche Erdhälfte an, wenn die Sonne in den Widder tritt, am 20. März, und dauert 92 T. 22 St. Der Sommer beginnt, wenn die Sonne 90° Länge hat und in das Zeichen des Krebses tritt, am 22. Juni, und dauert 93 T. 14 St. Der Anfang des Herbstes erfolgt, wenn die Sonne wieder im Aequator steht, am 23. September, die Dauer dieser Jahreszeit ist 89 T. 17 St. Der Winter beginnt, wenn die Sonne 270° Länge hat, am 22. December, und dauert 89 T. 1 St.

Für die südliche Erdhälfte treten die Jahreszeiten umgekehrt ein. Auf der nördlichen Hälfte ist daher der Frühling und Sommer 7 T. 18 St. länger als Herbst und Winter; auf der südlichen Hälfte ebenso viele Tage und Stunden kürzer.

Die Masse der Erde ist nach Hansen $^1/_{319455}$, die mittlere Dichtigkeit ist nach Baily und Reich 5.6, nach Airy 6.6 mal größer gefunden als die des Wassers und ist viermal größer als die der Sonne.

Die Gestalt der Erde ist die einer abgeplatteten Kugel, eines Umdrehungsellipsoids, dessen kleine Achse die Umdrehungsachse ist. Die Abplattung beträgt Bessel $^1/_{299.1528}$, der wahre Durchmesser der E

[illegible]

Fig. 9 auf derselben Tafel zeigt uns, wie die von der Sonne beleuchtet zur Hälfte Tag ist, aber noch ein Theil der parallel auffallenden Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre eine Reflexion erfährt und den Theil der Erde zwischen cc′ dd′ noch mit einem Licht beleuchtet, sodaß in diesem Theile die Dämmerung entsteht. Die dunkle Nacht findet erst jenseits der Linie c′ d′ nach b hin statt.

Fig. 7 auf derselben Tafel zeigt uns den Weg eines Lichtstrahls in der Atmosphäre, der durch die verschiedenen Luftschichten p, o, n, m geht. HAH′ ist der Horizont. sA ist der Weg des Lichtstrahls, den man in der Richtung As′ sieht, und die Differenz dieser Richtung mit der geradlinigen von s ist der Betrag der Refraction. Ebenso ist tA, uA der Weg der Lichtstrahlen, die wir in der Richtung t′A, u′A sehen.

4) Mars

ist von der Sonne im Mittel 30.5 Mill. Meilen entfernt, und da die Excentricität der Bahn nahe $^1/_{11}$ ist

seine kleinste Entfernung von der Sonne 27.7 Mill., die größte 33.3 Mill. Meilen.

Die tropische Umlaufszeit ist 1 J. 321 T. 16 St. 19 M., die synodische 2 J. 48 T. 23 St.

Von der Sonne empfängt der Mars nur $^4/_9$ des Lichts und der Wärme als die Erde.

Er erscheint uns am Himmel als ein rother Stern, der am hellsten zur Zeit seiner Opposition ist. In der mittlern Opposition ist er achtmal heller als ein Stern 1. Größe von der Helligkeit der Capella und 7000 Millionen mal schwächer als die Sonne in ihrer mittlern Entfernung. Die Rechnung hat aus den Beobachtungen ergeben, daß er von dem Sonnenlicht, welches er bekommt, nur 27 Procent zurückgibt.

Die Entfernung des Mars von der Erde schwankt zwischen 7.3 Mill. und 54 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 25″.6 und 3″.5, der wahre Durchmesser ist 910 Meilen, die Dichtigkeit 0.7 im Vergleich zur Erde, und ein Körper, welcher auf der Erde 1 Pfund wiegt, ist auf der Oberfläche des Mars nur 0.4 Pfund schwer.

Mit dem Fernrohr erkennt man auf der Oberfläche Flecke, und aus der Beobachtung derselben hat man abgeleitet, daß der Mars sich in 24 St. 37 M. 30 S. um seine Achse dreht. Die Neigung seines Aequators zu seiner Bahnebene ist 27°.3, sodaß er ganz ähnliche Jahreszeiten hat als die Erde. Die Flecke auf der Oberfläche zeigen deutlich, daß eine Atmosphäre vorhanden ist, außerdem hat man an den Polen heller leuchtende Segmente bemerkt, die je nach der Jahreszeit bald größer, bald kleiner werden, und ist zu der Ansicht gekommen, daß diese Flecke von Schnee und Eis herrühren, welche sich im Winter des Mars vergrößern, im Sommer verkleinern.

Auf Taf. 7, Fig. 10 ist eine Abbildung des Mars im Maßstabe $^1/_{200,000,000}$, wie er am 25. April 1856 in einem Fernrohr gesehen und gezeichnet ist und worin die Flecke auf der Oberfläche, ebenso die Schnee- und Eiszone, von welcher die nördliche bedeutend größer als die südliche ist, deutlich sichtbar sind.

5) Die kleinen Planeten.

Auf eine Lücke in der Entfernung der Planeten zwischen Mars und Jupiter, wenn man sie in einer näherungsweisen Reihe aufstellt, wonach

Mercur	von der Sonne		8 Millionen Meilen		
Venus	„	„	$8+1\times6$	Mill.	Meilen
Erde	„	„	$8+2\times6$	„	„
Mars	„	„	$8+4\times6$	„	„
Jupiter	„	„	$8+16\times6$	„	„
Saturn	„	„	$8+32\times6$	„	„
Uranus	„	„	$8+64\times6$	„	„

entfernt ist, hatten schon Kepler, später Titius, Bode u. a. aufmerksam gemacht, und als am 1. Januar 1801 der Astronom Piazzi in Palermo einen kleinen Stern fand, dessen Bewegung ergab, daß sie einem Planeten zwischen Mars und Jupiter angehören mußte, glaubte man die Lücke ausgefüllt. Dieser Planet bekam den Namen Ceres; am 28. März 1802 fand Olbers bei Aufsuchung derselben noch einen Planeten, dem man den Namen Pallas gab, und es zeigte sich dadurch, daß in dieser Lücke nicht nur einer, sondern mehrere Planeten vorhanden seien, die man ihrer Kleinheit wegen „kleine Planeten" oder „Asteroiden" nannte.

Bei Anfertigung von Sternkarten entdeckte am 1. September 1804 der Astronom Harding in Göttingen den dritten kleinen Planeten, die Juno, am 29. März 1807 Olbers einen vierten, die Vesta. Es verflossen 38 Jahre, ohne die Zahl der kleinen Planeten zu vermehren, da entdeckte ein Liebhaber der Astronomie, der Postsecretär Henke in Driesen, am 8. December 1845 einen fünften, die Asträa, und derselbe am 1. Juli 1847 einen sechsten, die Hebe. Seit jener Zeit wandte man besondern Fleiß auf die Herstellung genauer Sternkarten, verzeichnete besonders die Sterne in der Nähe der Ekliptik und hat bisjetzt im ganzen 117 kleine Planeten gefunden, von welchen die in den letzten Jahren entdeckten noch viel lichtschwächer als die anfangs entdeckten sind.

Von den 117 Planeten, welche wir in dem folgenden Verzeichniß geben, sind entdeckt: 32 in Frankreich, 29 in Amerika, 25 in Deutschland, 16 in England, 11 in Italien, 3 in Ostindien, 1 in Dänemark.

Die mittlere Entfernung dieser kleinen Planeten von der Sonne schwankt zwischen 40 Mill. und 70 Mill. Meilen und ihre Umlaufszeit zwischen 3 J. 97 T. und 6 J. 194 T. Nur in der Nähe ihrer Opposition sind die meisten von der Erde aus sichtbar, weil sie alsdann ihre größte Helligkeit haben. Die Vesta erreicht manchmal die Helligkeit eines Sterns 6. Größe, sodaß man sie eben mit bloßem Auge sehen kann, zur Wahrnehmung der andern sind Fernröhre nöthig, und einige unter ihnen sind selbst in der Opposition so schwach, daß sie nur mit unsern größern Fernröhren zu erblicken sind.

Unter der Hypothese, daß ihr Reflexionsvermögen dasselbe ist als das Mittel der großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, hat man näherungsweise ihre wahren Durchmesser berechnet, die zwischen 3 und 50 geographischen Meilen schwanken. Nur von einigen mögen hier die so hypothetisch berechneten Durchmesser folgen:

Vesta	49 Meilen	Thalia	9 Meilen
Ceres	49 „	Lutetia	9 „
Pallas	37 „	Phacäa	7 „
Juno	24 „	Atalante	4 „ u. s. w.
Victoria	9 „		

Ueber die Massen dieser Himmelskörper wissen wir nichts, ihre Gesammtmasse wird sehr gering sein, und unsere Rechnungen, unter der Voraussetzung, daß ihre Massen gegen die der größern Planeten verschwindend klein sind, zeigen eine vollständige Uebereinstimmung mit den Beobachtungen.

Als man nur vier dieser kleinen Planeten hatte, glaubte Olbers die Hypothese aufstellen zu können, daß diese die Trümmer eines einzigen größern Planeten seien; jetzt ist man aber mehr geneigt, anzunehmen, daß ursprünglich ein Nebelring sich zwischen Mars und Jupiter um die Sonne bewegt habe, der durch irgendeine Ursache zerrissen ist, sich in viele kleine Stücke auflöste, aus denen durch allmähliche Verdichtung die kleinen Planeten entstanden sind.

In der folgenden Tabelle sind zunächst die kleinen Planeten nach der Reihenfolge ihrer Entdeckung mit der Zeit und dem Ort der Entdeckung und dem Namen des Entdeckers aufgeführt. In einer zweiten Tabelle sind die Bahnelemente gegeben, und zwar steht in der ersten Columne derselben der Name des Planeten, in der zweiten die Länge des Perihels, in der dritten die Länge des aufsteigenden Knotens der Bahn, in der vierten die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik, in der fünften die halbe große Achse, ausgedrückt in Einheiten der Entfernung der Sonne von der Erde, in der sechsten die Excentricität, ausgedrückt in Einheiten der halben großen Achse, in der siebenten die siderische Umlaufszeit in Julianischen Jahren (zu $365^1/_4$ Tagen) und Tagen.

Die kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter.

Name.	Nummer.	Zeit der Entdeckung.	Name des Entdeckers.	Ort der Entdeckung.
Ceres	1	1. Jan. 1801	Piazzi	Palermo
Pallas	2	28. März 1802	Olbers	Bremen
Juno	3	1. Sept. 1804	Harding	Lilienthal
Vesta	4	29. März 1807	Olbers	Bremen
Asträa	5	8. Dec. 1845	Henke	Driesen
Hebe	6	1. Juli 1847	Henke	Driesen
Iris	7	13. Aug. 1847	Hind	London
Flora	8	18. Oct. 1847	Hind	London
Metis	9	26. April 1848	Graham	Markree-Castle
Hygiea	10	12. April 1849	de Gasparis	Neapel
Parthenope	11	11. Mai 1850	de Gasparis	Neapel
Victoria	12	13. Sept. 1850	Hind	London
Egeria	13	2. Nov. 1850	de Gasparis	Neapel
Irene	14	19. Mai 1851	Hind	London
Eunomia	15	29. Juli 1851	de Gasparis	Neapel
Psyche	16	17. März 1852	de Gasparis	Neapel
Thetis	17	17. April 1852	Luther	Bilk
Melpomene	18	24. Juni 1852	Hind	London
Fortuna	19	22. Aug. 1852	Hind	London
Massalia	20	19. Sept. 1852	de Gasparis	Neapel
Lutetia	21	15. Nov. 1852	Goldschmidt	Paris
Calliope	22	16. Nov. 1852	Hind	London
Thalia	23	15. Dec. 1852	Hind	London
Themis	24	5. April 1853	de Gasparis	Neapel
Phocäa	25	7. April 1853	Chacornac	Marseille
Proserpina	26	5. Mai 1853	Luther	Bilk
Euterpe	27	8. Nov. 1853	Hind	London
Bellona	28	1. März 1854	Luther	Bilk
Amphitrite	29	1. März 1854	Marth	London
Urania	30	22. Juli 1854	Hind	London
Euphrosyne	31	2. Sept. 1854	Ferguson	Washington
Pomona	32	26. Oct. 1854	Goldschmidt	Paris
Polyhymnia	33	28. Oct. 1854	Chacornac	Paris
Circe	34	16. April 1855	Chacornac	Paris
Leucothea	35	19. April 1855	Luther	Bilk
Atalante	36	5. Oct. 1855	Goldschmidt	Paris
Fides	37	5. Oct. 1855	Luther	Bilk
Leda	38	12. Jan. 1856	Chacornac	Paris
Lätitia	39	8. Febr. 1856	Chacornac	Paris
Harmonia	40	31. März 1856	Goldschmidt	Paris
Daphne	41	22. Mai 1856	Goldschmidt	Paris
Isis	42	23. Mai 1856	Pogson	Oxford
Ariadne	43	15. April 1857	Pogson	Oxford
Nysa	44	27. Mai 1857	Goldschmidt	Paris
Eugenia	45	26. Juni 1857	Goldschmidt	Paris
Hestia	46	16. Aug. 1857	Pogson	Oxford
Aglaja	47	15. Sept. 1857	Luther	Bilk
Doris	48	19. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Pales	49	19. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Virginia	50	4. Oct. 1857	Ferguson	Washington
Nemausa	51	22. Jan. 1858	Laurent	Nimes
Europa	52	4. Febr. 1858	Goldschmidt	Paris
Calypso	53	4. April 1858	Luther	Bilk
Alexandra	54	10. Sept. 1858	Goldschmidt	Paris
Pandora	55	10. Sept. 1858	Searle	Albany
Melete	56	9. Sept. 1857	Goldschmidt	Paris
Mnemosyne	57	22. Sept. 1859	Luther	Bilk
Concordia	58	24. März 1860	Luther	Bilk
Elpis	59	12. Sept. 1860	Chacornac	Paris
Echo	60	14. Sept. 1860	Ferguson	Washington
Danaë	61	9. Sept. 1860	Goldschmidt	Paris
Erato	62	14. Sept. 1860	Förster u. Lesser	Berlin
Ausonia	63	11. Febr. 1861	de Gasparis	Neapel
Angelina	64	5. März 1861	Tempel	Marseille
Cybele	65	9. März 1861	Tempel	Marseille
Maja	66	10. April 1861	Tuttle	Cambridge (V. St.)
Asia	67	17. April 1861	Pogson	Oxford
Leto	68	29. April 1861	Luther	Bilk
Hesperia	69	29. April 1861	Schiaparelli	Mailand
Panopäa	70	5. Mai 1861	Goldschmidt	Paris
Niobe	71	13. Aug. 1861	Luther	Bilk
Feronia	72	29. Mai 1861	Peters	Clinton (V. St.)
Clytia	73	7. April 1862	Tuttle	Cambridge (V. St.)
Galathea	74	29. Aug. 1862	Tempel	Marseille
Eurydice	75	22. Sept. 1862	Peters	Clinton (V. St.)
Freia	76	21. Oct. 1862	d'Arrest	Kopenhagen
Frigga	77	12. Nov. 1862	Peters	Clinton (V. St.)
Diana	78	15. März 1863	Luther	Bilk
Eurynome	79	14. Sept. 1863	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Sappho	80	2. Mai 1864	Pogson	Madras
Terpsichore	81	30. Sept. 1864	Tempel	Marseille
Alkmene	82	27. Nov. 1864	Luther	Bilk
Beatrix	83	26. April 1865	de Gasparis	Neapel
Clio	84	25. Aug. 1865	Luther	Bilk
Io	85	19. Sept. 1865	Peters	Clinton (V. St.)
Semele	86	4. Jan. 1866	Tietjen	Berlin
Sylvia	87	16. Mai 1866	Pogson	Madras
Thisbe	88	15. Juni 1866	Peters	Clinton (V. St.)
Julia	89	6. Aug. 1866	Stephan	Marseille
Antiope	90	1. Oct. 1866	Luther	Bilk
Aegina	91	4. Nov. 1866	Stephan	Marseille
Undina	92	7. Juli 1867	Peters	Clinton (V. St.)
Minerva	93	24. Aug. 1867	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Aurora	94	6. Sept. 1867	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Arethusa	95	23. Nov. 1867	Luther	Bilk
Aegle	96	17. Febr. 1868	Coggia	Marseille
Clotho	97	17. Febr. 1868	Tempel	Marseille
Ianthe	98	18. April 1868	Peters	Clinton (V. St.)
Dike	99	28. Mai 1868	Borelly	Marseille
Hecate	100	11. Juli 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Helena	101	15. Aug. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Miriam	102	22. Aug. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Hera	103	7. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Clymene	104	13. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Artemis	105	16. Sept. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Dione	106	10. Oct. 1868	Watson	Ann Arbor (V. St.)
Camilla	107	17. Nov. 1868	Pogson	Madras
Hecuba	108	2. April 1869	Luther	Bilk
Felicitas	109	9. Oct. 1869	Peters	Clinton (V. St.)
Lydia	110	19. April 1870	Borelly	Marseille
Ate	111	14. Aug. 1870	Peters	Clinton (V. St.)
Iphigenia	112	19. Sept. 1870	Peters	Clinton (V. St.)
Amalthea	113	12. März 1871	Luther	Bilk
Cassandra	114	23. Juli 1871	Peters	Clinton (V. St.)
	115	6. Aug. 1871	Watson	Ann Arbor (V. St.)
	116	8. Sept. 1871	Peters	Clinton (V. St.)
Lomia	117	12. Sept. 1871	Borelly	Marseille

Anmerkung. Die jetzt gebräuchlichen Zeichen für die kleinen Planeten sind kleine Kreise mit der Nummer darin, welche der Zahl der Entdeckung entspricht.

Bahnelemente der kleinen Planeten.

Name des Planeten.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.	Halbe große Achse der Bahn.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit. J. T.
Ceres	148°.7	80°.7	10°.6	2,768	0,076	4 221
Pallas	121.7	172.8	34.7	2.770	0.239	4 223
Juno	55.0	170.9	13.0	2.667	0.258	4 130
Vesta	250.0	103.5	7.1	2.361	0.089	3 229
Asträa	134.7	141.4	5.3	2.579	0.187	4 51
Hebe	15.3	138.7	14.8	2.425	0.202	3 284
Iris	41.4	259.8	5.5	2.386	0.231	3 251
Flora	32.9	110.3	5.9	2.201	0.157	3 97
Metis	71.1	68.5	5.6	2.387	0.123	3 251
Hygiea	237.2	286.1	3.8	3.154	0.105	5 120
Parthenope	317.0	125.2	4.6	2.452	0.098	3 209
Victoria	301.7	235.6	8.4	2.334	0.219	3 207
Egeria	120.2	43.2	16.5	2.577	0.087	4 50
Irene	179.8	86.7	9.1	2.589	0.164	4 61
Eunomia	27.9	293.9	11.7	2.644	0.187	4 109
Psyche	15.8	150.6	3.1	2.921	0.136	4 363
Thetis	261.0	125.4	5.6	2.475	0.127	3 337
Melpomene	15.1	150.1	10.2	2.296	0.218	3 175
Fortuna	30.5	211.4	1.5	2.441	0.158	3 297
Massalia	99.2	260.5	0.7	2.409	0.143	3 270
Lutetia	327.1	80.5	3.1	2.435	0.162	3 292
Calliope	59.0	66.6	13.7	2.911	0.099	4 233
Thalia	123.5	67.6	10.2	2.631	0.230	4 98
Themis	142.8	35.8	0.8	3.139	0.123	5 205
Phocäa	303.0	214.1	21.6	2.401	0.345	3 263
Proserpina	236.4	45.9	3.6	2.656	0.087	4 120
Euterpe	88.0	93.8	1.6	2.348	0.173	3 219
Bellona	122.7	144.6	9.4	2.775	0.154	4 226
Amphitrite	56.4	356.7	6.1	2.525	0.074	4 30
Urania	31.6	308.2	2.1	2.366	0.128	3 234
Euphrosyne	93.6	31.5	26.5	3.151	0.221	5 217
Pomona	193.4	220.7	5.5	2.587	0.083	4 59
Polyhymnia	342.6	9.1	1.9	2.863	0.340	4 309
Circe	149.4	184.9	5.4	2.686	0.108	4 147
Leucothea	202.2	355.7	8.2	2.939	0.232	5 65
Atalante	42.7	359.2	18.7	2.745	0.302	4 300
Fides	65.7	8.3	3.1	2.642	0.175	4 108
Leda	100.7	296.4	7.0	2 741	0.152	4 197
Lätitia	2.4	157.4	10.4	2.770	0.113	4 219
Harmonia	0.9	93.6	4.3	2.267	0.047	3 151
Daphne	220.2	179.1	16.0	2.759	0.271	4 213
Isis	318.0	84.5	8.6	2.440	0.236	3 297
Ariadne	277.8	264.6	3.5	2.203	0.168	3 99
Nysa	112.1	131.1	3.7	2.422	0.151	3 261
Eugenia	229.9	148.1	6.6	2.721	0.083	4 176
Hestia	354.2	181.5	2.3	2.526	0.164	4 6
Aglaja	313.2	4.2	5.0	2.878	0.134	4 323
Doris	73.4	185.2	6.5	3.108	0.076	5 175
Pales	31.7	290.6	3.1	3.082	0.237	5 150
Virginia	10.0	173.5	2.8	2.652	0.284	4 116
Nemausa	175.5	175.7	10.0	2.366	0.065	3 233

Name des Planeten.	Länge des Perihels	Länge des aufſteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.	Halbe große Achſe der Bahn.	Excentricität.	Siderische Umlaufszeit. (1 Jahr = 365¼ Tag.)	
						J.	T.
Europa	106°.3	129°.8	7°.4	3.099	0.105	5	167
Calypſo	92.4	144.0	5.1	2.621	0.204	4	89
Alexandra	294.3	313.8	11.8	2.709	0.199	4	168
Pandora	10.5	10.9	7.2	2.761	0.145	4	215
Melete	293.7	194.5	8.0	2.597	0.236	4	68
Mnemoſyne	53.9	200.1	15.2	3.155	0.109	5	221
Concordia	189.2	161.3	5.0	2.700	0.043	4	158
Elpis	18.3	170.3	8.6	2.713	0.117	4	171
Echo	98.6	192.1	3.6	2.393	0.185	3	256
Danaë	342.0	334.2	18.3	2.986	0.161	5	58
Erato	37.1	125.8	2.2	3.131	0.118	5	197
Ausonia	269.3	338.1	5.8	2.395	0.125	3	258
Angelina	123.6	311.2	1.3	2.681	0.128	4	142
Cybele	259.5	158.9	3.5	3.420	0.120	6	119
Maja	44.4	8.3	3.1	2.651	0.158	4	116
Asia	306.1	202.7	6.0	2.422	0.185	3	281
Leto	345.1	44.9	8.0	2.781	0.188	4	232
Hesperia	109.0	187.1	8.5	2.975	0.172	5	48
Panopäa	299.8	48.3	11.6	2.613	0.184	4	82
Niobe	221.8	316.2	23.3	2.754	0.175	4	208
Feronia	308.0	207.8	5.4	2.266	0.120	3	150
Clotio	59.7	7.6	2.4	2.665	0.044	4	128
Galathea	7.2	197.9	4.0	2.781	0.237	4	233
Eurydice	334.4	0.0	5.0	2.670	0.307	4	132
Freia	93.4	213.2	2.0	3.388	0.188	6	86
Frigga	58.5	2.2	2.5	2.674	0.136	4	136
Diana	121.4	334.0	8.6	2.621	0.206	4	89
Eurynome	44.2	206.7	4.6	2.444	0.193	3	300
Sappho	355.2	218.6	8.6	2.296	0.200	3	175
Terpſichore	48.5	2.5	7.9	2.854	0.211	4	300
Alkmene	131.9	26.9	2·9	2.764	0.220	4	217
Beatrix	192.4	27.5	5.0	2.431	0.086	3	288
Clio	339.3	327.4	9.4	2.362	0.236	3	230
Io	322.6	203.9	11.9	2.654	0.191	4	118
Semele	28.9	87·9	4.8	3.112	0.210	5	179
Sylvia	337.0	76.4	10.8	3.494	0.082	6	194
Thisbe	308.7	277.8	5.2	2.769	0.165	4	222
Julia	353.2	311.6	16.2	2.550	0.180	4	26
Antiope	302.0	71.3	2.3	3.137	0.173	5	203
Regina	68.9	11.7	2.2	2.492	0.066	3	341
Ariadne	331.2	102.7	9.9	3.185	0.102	5	249
Minerva	275.0	5.1	8.6	2.754	0.141	4	208
Aurora	45.4	4.6	8.1	3.162	0.089	5	227
Amphitrite	30.2	244.4	12.9	3.071	0.147	5	139
Vesta	164.3	322.9	16.1	3.054	0.140	5	123
Cloto	65.8	160.6	11.8	2.669	0.258	4	132
Doxide	147.7	354.3	15.5	2.685	0.189	4	145
Dike	239.2	41.6	14.0	2.834	0.243	4	281
Hecate	307.8	128.4	6.4	3.096	0.156	5	164
Helena	328.7	343.6	10.1	2.573	0.139	4	46
Miriam	354.7	211.6	5.1	2.661	0.255	4	124
Hera	321.9	136.3	5.4	2·703	0.081	4	162
Clymene	62.2	43.8	2.9	3.180	0.197	5	245
Artemis	242.6	187.9	21.6	2.380	0.176	3	245
Dione	27.2	63.2	4.6	3.162	0.183	5	227
Camilla							
Hekuba	175.1	352.3	4.4	3.213	0.100	5	277
Felicitas	55.9	4.9	8.0	2.694	0.300	4	154
Lydia	357.5	57.1	6.0	2.693	0 081	4	153
Ate	122.9	306.4	5.0	2.576	0.101	4	48
Iphigenia	337.7	324.1	2.6	2.436	0.126	3	293
Amalthea	196.5	123.1	5.0	2.372	0.086	3	239
Cassandra	148.5	163.9	5.0	2.661	0.154	4	124
(115)							
(116)	147.0	65.8	3.5	2.780	0.100	4	262
Lomia	48.4	349.5	15.0	2.992	0.023	5	64

6) Jupiter

iſt der größte Planet unſers Sonnenſyſtems. Seine mittlere Entfernung von der Sonne iſt 104.2 Mill. Meilen, die Excentricität der Bahn nahe $^1/_{20}$ und daher die kleinſte Entfernung 99.2 Mill., die größte 109.2 Mill. Meilen.

Die tropiſche Umlaufszeit iſt 11 J. 312 T. 20 St. 14 M., die ſynodiſche 1 J. 33 T. 15 St.

Jupiter iſt nächſt Mars für uns der hellſte Stern des Himmels und ſein Licht iſt in der mittlern Oppoſition zehnmal größer als das der Capella und 5,472,000000 mal geringer als das der Sonne. Von dem von der Sonne erhaltenen Lichte wirft Jupiter 62 Procent zurück. Das Sonnenlicht und die Sonnenwärme iſt für ihn im Durchſchnitt 27 mal geringer als auf unſerer Erde.

Die Entfernung von der Erde ſchwankt zwiſchen 78.8 Mill. und 129.6 Mill. Meilen, und daher der ſcheinbare Aequatorialdurchmeſſer zwiſchen 50″.7 und 30″.8. Der wahre Durchmeſſer am Aequator iſt 19,380 Meilen und die Abplattung $^1/_{15}$. Der körperliche Inhalt iſt 1300 mal größer als der unſerer Erde, die Maſſe iſt nach Beſſel $^1/_{1047.88}$ und die Dichtigkeit 0.233 im Vergleich zur Erde. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund ſchwer, wiegt auf der Oberfläche des Jupiter 1,6 Pfund.

Auf ſeiner Oberfläche bemerkt man mit dem Fernrohr in der Nähe des Aequators mehrere Streifen, die man für atmoſphäriſchen Urſprungs hält, da ſie ſehr oft ihre Form ändern. Auch ſieht man öfter Flecken auf der Scheibe des Jupiter und hat gefunden, daß er ſich in 9 St. 55 M. 27 S. um ſeine Achſe dreht; die Neigung ſeines Aequators gegen ſeine Bahn iſt nur 3° 26′.

Das Spectrum des Jupiter hat Aehnlichkeit mit dem Spectrum der Sonne, doch hat man im rothen und im gelben Theile einige dunkle Linien erkannt, die der Jupiter-Atmoſphäre zugeſchrieben werden.

Er iſt begleitet von vier Monden, die 1610 von Galilei zuerſt entdeckt wurden und deren Verfinſterungen Olaf Römer zu der Entdeckung der Geſchwindigkeit des Lichts führten.

Auf Taf. 7 iſt in Fig. 5 der Jupiter dargeſtellt, wie er am 13. Auguſt 1867 in dem Leipziger Aequatorial geſehen wurde, im Maßſtabe $^1/_{2500000000}$. Man erkennt ſowol die Abplattung, als auch die Streifen am Aequator ſehr deutlich.

7) Saturn

iſt im Mittel von der Sonne 191.1 Mill. Meilen entfernt, und kann ſich ihr, da die Excentricität der Bahn nahe $^1/_{18}$, bis auf 180.4 Mill. nähern und von ihr bis 201.8 Mill. Meilen entfernen.

Die tropiſche Umlaufszeit iſt 29 J. 154 T. 16 St. 30 M., die ſynodiſche 1 J. 12 T. 20 St.

In der mittlern Oppoſition und ohne Ring iſt ſein Licht 0.43 mal ſchwächer als das der Capella und 131,000,000000 mal ſchwächer als das Sonnenlicht. Von dem ihm von der Sonne zugeſandten Lichte reflectirt er 50 Procent. Sonnenlicht und Wärme iſt für ihn 91 mal geringer als für die Erde.

Die Entfernung von der Erde ſchwankt zwiſchen 160 Mill. und 222 Mill. Meilen, der ſcheinbare Aequatorialdurchmeſſer zwiſchen 21″.5 und 15″.5. Der wahre Durchmeſſer iſt am Aequator 16680 Meilen, die Abplattung $^1/_{10}$, der körperliche Inhalt das 770fache von dem Volumen unſerer Erde, und da die Maſſe $^1/_{3501.6}$ der Sonnenmaſſe, iſt die mittlere Dichtigkeit 0.12 im Vergleich mit der Erde. Ein Gewicht von 1 Pfund auf der Erde wiegt auf der Oberfläche des Saturn 1.1 Pfund.

Aus mehrern auf Saturn erkannten Streifen und Flecken iſt die Rotation um ſeine Achſe zu 10 St. 29 M. 17 S. abgeleitet.

Saturn iſt merkwürdig durch ein Syſtem concentriſcher Ringe, welche ihn umgeben, und man unterſcheidet zwei Hauptringe, welche folgende Dimenſionen haben:

Aeußerer Durchmeſſer des äußern Ringes	36900 Meilen
Innerer „ „ „ „	32500 „
Breite „ „ „	2200 „
Aeußerer Durchmeſſer des innern Ringes	31700 „
Innerer „ „ „ „	24500 „
Breite „ „ „	3600 „
Entfernung des innern Ringes von der Oberfläche des Saturn	3910 „
Breite des Doppelringes	6200

Zu diesen Hauptringen wurde in neuester Zeit noch ein innerer fast dunkler Ring entdeckt, der etwas durchsichtig zu sein scheint. Dem Anscheine nach zerfällt jeder der Hauptringe noch in mehrere concentrische Ringe. Die Dicke des Ringes wird nach verschiedenen Messungen zu 39 Meilen angegeben. Da die Ringe gegen die Ebene der Bahn geneigt sind und im Raum immer nahe dieselbe Lage behalten, sehen wir den Ring während eines Umlaufs in verschiedener elliptischer Gestalt; manchmal so breit, daß die Kugel vollständig in ihm liegt, dann schmäler und schmäler werden bis zu so geringer Dimension, daß man mit den besten Fernröhren nur noch eine ganz feine Lichtlinie erkennt. Man will wahrgenommen haben, daß die Ringe sich dem Saturn nähern und die Kugel nicht centrisch innerhalb der Ringe liegt.

Im Spectrum erkennt man das Sonnenspectrum wieder, jedoch noch eine Menge von Absorptionslinien, die als Anzeichen einer wasserdampfhaltigen Atmosphäre angesehen werden.

Saturn hat acht Satelliten, von welchen einige erst in diesem Jahrhundert entdeckt sind.

Taf. 7, Fig. 6, 7, 8, 9 stellen den Saturn dar im Maßstabe $^1/_{4800000000}$, wie man ihn am 10. October 1850, am 27. November 1855, am 23. Jannuar 1849, am 8. Mai 1868 gesehen hat. Die Abplattung der Kugel und die Streifen sind leicht zu erkennen, die beiden Hauptringe und der dunkle Ring sind ebenfalls in Fig. 6, 7 und 9 zu sehen, und Fig. 7 zeigt auch die mehrfachen Theilungen der beiden Hauptringe. Fig. 8 stellt den Saturn dar in der Lage, in welcher der Ring am schmälsten und nur noch eben sichtbar erscheint.

8) Uranus

war den Alten nicht bekannt und wurde erst als Planet am 13. März 1781 von Wilhelm Herschel entdeckt. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 384.3 Mill. Meilen, die größte 402.2 Mill., die kleinste 366.4 Mill. Meilen, da die Excentricität der Bahn $^2/_{43}$ ist.

Die tropische Umlaufszeit beträgt 83 J. 271 T. 11 St., die synodische 1 J. 4 T. 7 St.

Das bloße Auge kann den Uranus nur auffinden, wenn man den Ort ziemlich genau kennt, denn er gleicht einem Sterne sechster Größe, ist 160mal schwächer als Capella und $8^1/_2$ Billionen mal schwächer als die Sonne. Von dem empfangenen Sonnenlicht reflectirt er 64 Procent. Licht und Wärme ist für ihn 368 mal schwächer als auf der Erde.

Die mittlere Entfernung von der Erde schwankt zwischen 346 und 423 Mill. Meilen und der scheinbare Durchmesser zwischen 3″.9 und 4″.7. Der wahre Durchmesser ist nahe 8000 Meilen, der körperliche Inhalt 90mal so groß als der der Erde und, da die Masse zu $^1/_{21000}$ angenommen wird, ist die mittlere Dichtigkeit 0,17. Ein Körper von 1 Pfund Schwere auf der Erde wiegt auf dem Uranus 0.7 Pfund.

Im Spectrum erkennt man mehrere schwarze Streifen im Grünblau, außerdem zeigt es eine Lücke im Gelb und Orange und nur im Roth erscheint wieder etwas Licht.

Man kennt bei Uranus mit Sicherheit vier Monde, deren Bewegungsrichtung fast senkrecht zu seiner Bahn ist; man hat daraus geschlossen, daß auch die Rotationsachse des Uranus nahe in der Ebene seiner Bahn liegt.

9) Neptun.

Die Störungen, welche die Planeten aufeinander ausüben, zeigten schon Bouvard, daß die Bewegung des Uranus sich nicht durch die Einwirkung der damals bekannten Körper darstellen ließe, und die Vermuthung, daß noch ein transuranischer Planet vorhanden sei, wurde mehrfach, unter anderm auch von Bessel ausgesprochen. Leverrier in Paris, sowie unabhängig von ihm Adams in Cambridge (England) berechneten die Existenz eines transuranischen Planeten. Nachdem Leverrier zuerst das Resultat seiner Rechnungen im Jahre 1846 bekannt gemacht und mehrere beobachtende Astronomen zum Aufsuchen dieses Planeten aufgefordert hatte, wurde derselbe am 23. September 1846 von Galle in Berlin entdeckt und erhielt später den Namen Neptun. Es fand sich sehr bald, daß der neue Planet in früherer Zeit schon einige mal als Fixstern beobachtet worden war, und dadurch ist die Bestimmung seiner Bahn schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit möglich geworden.

Die mittlere Entfernung des Neptun von der Sonne ist 602.5 Mill. Meilen, die größte 607.6 Mill., die kleinste 597.4 Mill. Meilen, die Excentricität der Bahn $^1/_{110}$.

Die tropische Umlaufszeit beträgt 163 J. 270 T., die synodische 1 J. 2 T. 5 St.

In Helligkeit gleicht der Neptun einem Sterne achter Größe, ist 1430 mal schwächer als Capella, nahe 80 Bill. mal schwächer als die Sonne, und empfängt von der Sonne 904 mal weniger Licht und Wärme als die Erde. Sein Spectrum ist dem des Uranus ähnlich.

Die mittlere Entfernung von der Erde schwankt zwischen 580 Mill. und 623 Mill. Meilen, der scheinbare Durchmesser zwischen 2″.4 und 2″.7, der wahre Durchmesser ist 7400 Meilen, sein körperlicher Inhalt 80 mal größer als der der Erde. Da die Masse zu $^1/_{14446}$ angenommen wird, beträgt seine mittlere Dichtigkeit 0.28, und ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, ist auf dem Neptun 0.8 Pfund schwer.

Ueber die Rotation wissen wir noch nichts, die Existenz eines Ringes, den man gesehen haben wollte, hat sich nicht bestätigt, doch hat man bei ihm einen Satelliten mit Sicherheit erkannt und vermuthet noch einen zweiten.

Elemente der Hauptplaneten.

Auf Taf. 4 ist in Fig. 2 das Größenverhältniß der Planeten zueinander dargestellt. Bei 2 c oben in der Ecke links erkennt man eine ganz kleine Scheibe, den Mercur ☿ darstellend, darüber eine, die Venus ♀, in der Ecke rechts oben bei 2 d ist eine kleine Scheibe, welche die Erde ♁, darunter eine kleine den Mars ♂ zeigt. In 2 b rechts unten erkennt man die größere Jupiterscheibe ♃, in 2 a links unten die des Saturn ♄, endlich bei 2 c oben die des Uranus ♅ und bei 2 d oben die des Neptun ♆. Ueberall ist ein und derselbe Maßstab angewandt: $^1/_{75000000000}$. In Fig. 6 ist in demselben Maßstabe durch eine gerade Linie der Durchmesser der Sonne dargestellt, da für die Sonnenscheibe der Platz mangelte.

Da in Fig. 1 in dem Sonnensystem die Planeten Uranus und Neptun nicht mit aufgenommen werden konnten, sind in Fig. 5 im Maßstabe $^1/_{20}$ Bill. die Entfernungen der großen Planeten von der Sonne auf einer geraden Linie angegeben. Der Sonne zunächst unten ist der Strich für Mercur, dann Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

Die Elemente der Hauptplaneten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Namen.	Mittlere Länge für 1850 Januar 1. Paris.	Länge des Perihels.	Länge des aufſteigenden Knotens.	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik.	Halbe große Achſe.	Excentricität.	Sideriſche Umlaufszeit in Tagen.	Maſſe.
Mercur	327° 15′.3	75° 7′.2	46° 33′.1	7° 0′.1	0.38710	0.20560	87.96926	$^1/_{4316550}$
Venus	245 33.2	129 27.2	75 19.9	3 23.6	0.72333	0.00684	224.70079	$^1/_{412150}$
Erde	100 46.7	100 21.4	. .	. .	1.00000	0.01677	365.25636	$^1/_{317435}$
Mars	83 40.5	333 17.9	48 23.9	1 51.0	1.52369	0.09326	686.97979	$^1/_{2974850}$
Jupiter	160 1.3	11 54.9	98 54.3	1 18.7	5.20280	0.04824	4332.5548	$^1/_{1047·88}$
Saturn	14 50.7	90 6.2	112 21.7	2 29.5	9.53885	0.05600	10759.2198	$^1/_{3501·6}$
Uranus	28 26.7	168 16.8	73 14.2	0 46.5	19.18264	0.04658	30686.8208	$^1/_{21000}$
Neptun	325 5.7	43 17.5	130 7.5	1 47.0	30.07055	0.00850	60186.636	$^1/_{14440}$

c) Die Satelliten oder Monde.

Nicht alle Planeten haben Satelliten, unſere Erde hat 1, Jupiter 4, Saturn wenigſtens 8, Uranus wenigſtens 4, Neptun wenigſtens 1.

Für uns hat der Erdmond die größte Wichtigkeit, und von ihm kennen wir am meiſten, weil er der uns nächſte Himmelskörper, während von den Jupitermonden nur wenig und von den Monden der andern Planeten nur die Bahnen bekannt ſind.

1) Der Erdmond.

Seine mittlere Entfernung von der Erde iſt nahe $^1/_{387}$ der Entfernung der Erde von der Sonne und wird zu 51805 Meilen angenommen. Die größte Entfernung kann 54650 Meilen, die kleinſte 48960 Meilen erreichen und die Excentricität der Bahn iſt nahe $^1/_{19}$.

Die ſideriſche Umlaufszeit des Mondes um die Erde beträgt 27 T. 7 St. 43 M. 11.5 S., die tropiſche 27 T. 7 St. 43 M. 4.7 S., die ſynodiſche (im Mittel die Zeit von Neumond zu Neumond oder von Vollmond zu Vollmond) 29 T. 12 St. 44 M. 2.9 S., die anomaliſtiſche (die Zeit, welche er gebraucht, um von einer größten Erdnähe zur andern zu kommen) 27 T. 13 St. 18 M. 37.4 S. und endlich die Zeit, welche er gebraucht, um von einem aufſteigenden Knoten zum andern zu kommen, 27 T. 5 St. 5 M. 35.9 S.

Die ſynodiſche Umlaufszeit der Knotenlinie beträgt 346 T. 14 St. 52 M. 35 S.; ſie wird gebraucht für die Berechnung der Finſterniſſe.

Die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik iſt gegenwärtig 5° 8′ 40″ und iſt kleinen ſäcularen Störungen unterworfen.

Die größten periodiſchen Störungen der Länge des Mondes in ſeiner Bahn führen den Namen der Evection, der Variation und der jährlichen Gleichung (ſ. Phyſiſche Aſtronomie).

Der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes in ſeiner mittlern Entfernung iſt 31′ 8″.1; er wächſt bis zu 32′ 51″ und nimmt ab bis 29′ 26″; der wahre Durchmeſſer iſt 469.2 Meilen, ſein körperlicher Inhalt $^1/_{49}$ unſerer Erde, und da ſeine Maſſe $^1/_{79·66}$ der Erdmaſſe beträgt, ſo iſt die Dichtigkeit 0.62 im Vergleich zur Erde. Ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund ſchwer, wiegt auf dem Monde nur $^1/_6$ Pfund.

Die Neigung des Mondäquators gegen die Ekliptik iſt nur 1° 28′, und die Umdrehungszeit des Mondes um ſeine Achſe iſt genau der mittlern Umlaufszeit des Mondes um die Erde gleich. Dieſe Umdrehungsperiode um die Achſe verurſacht, daß er uns immer dieſelbe Seite zukehrt, und die kleinen Ungleichheiten, welche in dieſer Beziehung ſtattfinden, ſind in der Aſtronomie bekannt unter dem Namen der Libration (ſ. Phyſiſche Aſtronomie).

Die phyſiſche Beſchaffenheit des Mondes kennen wir wegen ſeiner Nähe genauer als die anderer Himmelskörper. Mit dem Fernrohr ſehen wir auf der Oberfläche Berge und Thäler, erkennen die Schatten der Berge und berechnen aus der Länge derſelben die Höhe über die umgebende Oberfläche. Die Mondberge zeigen einen eigenthümlichen Charakter: meiſtens beſtehen ſie aus Ringgebirgen, in deren Mitte ein großer Keſſel ſich befindet, aus deſſen Mittelpunkt oft ein kegelförmiger Berg hervorragt. Sie zeigen alſo einen rein vulkaniſchen Charakter, ſodaß man ſie für ausgebrannte Krater hält. Von Meeren (obwol große ebene Strecken den Namen Meer [Mare] führen) hat man keine Spur gefunden, und da außerdem der Mond uns ſtets in gleicher Weiſe hell erſcheint und nie eine Trübung zeigt, ſcheint es auch daſelbſt keine Wolken zu geben. Da man ferner von einer Dämmerung nichts bemerkt und auch ſonſtige Anzeichen einer Atmoſphäre nicht vorhanden ſind, kann dieſelbe, falls wirklich eine ſolche exiſtiren ſollte, nur ſehr niedrig und ſehr dünn ſein.

Die Helligkeit des Mondes nimmt vom Neumond bis zum Vollmond zu und nachher wieder ab, doch iſt dieſe Zu- und Abnahme nicht gleichmäßig. Die Zunahme der Helligkeit iſt anders als die Abnahme, welches von den Flecken herrührt, die wir auf der Mondoberfläche ſehen. Kurz vor dem Vollmonde nimmt die Helligkeit ſehr raſch zu und ebenſo ſchnell nach dem Vollmonde wieder ab. Die beobachteten Lichtveränderungen erklären ſich vollſtändig unter der Annahme, daß die ganze Oberfläche mit kegelförmigen Bergen überſäet iſt.

Der mittlere Vollmond hat eine Helligkeit, die 620000 mal geringer iſt als die mittlere Helligkeit der Sonne, ſie iſt 90000 mal größer als die eines Sterns erſter Größe von der Helligkeit der Capella. Das Reflexionsvermögen des Mondes iſt noch geringer als das des Mars, er gibt von dem erhaltenen Sonnenlichte nur 17 Procent zurück.

Das Spectrum des Mondes iſt vollſtändig dem der Sonne gleich, und man ſchließt auch daraus, daß der Mond keine Atmoſphäre habe.

Ueber phyſiſches Leben wie auf unſerer Erde wiſſen wir auf dem Monde nichts. Ob Veränderungen auf der Mondoberfläche vorgekommen ſind, iſt mit Sicherheit noch nicht erwieſen, obwol einige Aſtronomen ſolche an einem Mondkrater, mit Namen Linné, bemerkt haben wollen.

Wie von der Erde aus geſehen der Mond während ſeiner Umlaufszeit uns die verſchiedenartigſten Lichtgeſtalten, die Phaſen zeigt, erkennt man auf Taf. 5 in Fig. 3. Die Sonne iſt in großer Entfernung nach der rechten Seite angenommen und iſt die Beleuchtung des Mondes in dem äußern Kreiſe gegeben, die daraus entſtehenden Mondphaſen ſtehen in dem innern Kreiſe. Man erkennt, wie im Neumonde der Mond uns die dunkle Seite, im erſten und letzten Viertel die Hälfte der dunkeln und der beleuchteten Scheibe, im Vollmonde dagegen die ganze beleuchtete Seite zukehrt. Man ſieht auch in dieſer Figur, wie während des Neumondes vom Monde aus geſehen die ganze beleuchtete Seite der Erde ſichtbar iſt, und begreift leicht, wie von den etwaigen Mondbewohnern von der Erde ganz dieſelben P'

nur in umgekehrter Reihenfolge, geſehen werden, wie wir ſie vom Monde ſehen. Das Erdenlicht erkennen wir in der Nähe des Neumondes auf der Oberfläche des Mondes ganz deutlich, indem der von der Sonne nicht beleuchtete Theil des Mondes ſich uns in mattem, aſchfarbigem Lichte zeigt, welches ſo hell iſt, daß in ihm einzelne Berge des Mondes deutlich erkannt werden können.

Auf Taf. 12 iſt in Fig. 3 die wahre Mondbahn dargeſtellt. Sie iſt, da der Mond bei ſeinem Umlauf um die Erde auch den Weg mit der Erde um die Sonne macht, eine Epicykel. Weil die Entfernung des Mondes von der Erde im Verhältniß zu der Sonnenentfernung jedoch ſo gering, iſt die Curve, welche der Mond beſchreibt, ſtets gegen die Sonne concav, und obwol in unſerer Figur die Entfernung des Mondes von der Erde noch zehnmal zu groß angenommen werden mußte, erkennt man doch die Form der wahren Bahn. Die Vorſtellung von Schleifen, welche der Mond um die Erde beſchreibt, oder von ſogenannten Schlangenlinien, Linien, die bald conver, bald concav gegen die Sonne ſind, iſt falſch.

In Taf. 12, Fig. 4 ſtellt EE′ die Ekliptik (unſere Erdbahn) dar, während MEM die Mondbahn, welche gegen die Ekliptik 5° 8′ 40″ geneigt iſt, zeigt.

Taf. 6 iſt eine Abbildung des Mondes, wie man ihn in einem guten Fernrohr zur Zeit des Vollmondes ſehen kann. Sie iſt theils entſtanden aus der bekannten Beer-Mädler'ſchen Mondkarte, in Verbindung mit vorhandenen Mondphotographien, und aus eigener Anſchauung. Es iſt die Darſtellung im aſtronomiſchen Fernrohr, alſo verkehrt, ſodaß unten Nord, oben Süd, rechts Oſt und links Weſt liegt.

Die hauptſächlichſten Mondberge erſcheinen uns als helle Flecke, die meiſten zeigen einen kreisrunden Wall, der einen bald größern, bald kleinern Raum einſchließt. Die großen nennt man Wallebenen, die kleinen Krater. Die übrigen zahlreichen Ringgebirge ſchließen meiſtens im Innern einen Centralberg ein. Einzelnen Bergketten hat man den Namen von Gebirgen unſerer Erde gegeben, z. B.: Kaukaſus, Apenninen, Alpen. Die großen grauen Flecke hat man Meere genannt, obwol ſie wegen des Mangels an Luft keine ſolchen zu ſein ſcheinen; die Bezeichnung Mare Serenitatis, Mare Imbrium, Mare Tranquillitatis ſind meiſtens bald nach Einführung des Fernrohrs von den Aſtronomen, welche den Mond beobachteten und zeichneten, gewählt.

Sehr oft gehen von den Mondbergen Lichtſtreifen, Strahlenſyſteme aus, ferner ſchmale Furchen oder Rillen, welche geradlinig durch Ebenen, zuweilen auch durch Gebirgsgegenden laufen.

Die Benennungen der Mondberge ſind auf der Tafel für die einzelnen Quadranten gegeben und die Namen berühmter Gelehrten darin verewigt; die daneben-ſtehenden Zahlen bedeuten die Höhe der Berge über der Umgebung, in Metern ausgedrückt, und ſind meiſtens aus der Länge der Schatten beſtimmt. Der höchſte Berg iſt über 7000 Meter hoch und hat alſo faſt dieſelbe Höhe als die höchſten Berge unſerer Erde. Er iſt, da der Mond nur den vierten Theil des Durchmeſſers unſerer Erde hat, im Verhältniß alſo faſt viermal höher.

Auf Taf. 7 ſind in Fig. 3 und 4 einige Mondlandſchaften gezeichnet, wie ſie mit einem lichtſtarken Fernrohr mit nicht bedeutender Vergrößerung ſichtbar ſind. Die in Fig. 3 nach rechts, in Fig. 4 nach links liegenden ſchwarzen Stellen ſind die Schatten, welche die Ringgebirge auf die Umgebung werfen. Beſonders intereſſant iſt die Abbildung in Fig. 4, welche die Mondlandſchaft Kopernicus darſtellt und als eine der ſchönſten bekannt iſt.

Die Finſterniſſe

werden vom Monde verurſacht und nehmen unter den aſtronomiſchen Erſcheinungen einen ausgezeichneten Platz ein. Die Mondkugel hat der Richtung nach der Sonne entgegengeſetzt ihren Schatten, und zwar einen Kernſchatten und einen Halbſchatten, der Kernſchatten vollſtändig dunkel, faſt alles Sonnenlichts beraubt, der Halbſchatten vom Kernſchatten aus nach und nach heller werdend. Die Länge des Kernſchattens ſchwankt je nach der Entfernung zwiſchen 49376 und 51083 Meilen, und wenn der Mond zwiſchen Sonne und Erde tritt, kann daher der Kernſchatten die Erde berühren und diejenigen Gegenden, welche innerhalb deſſelben liegen und für welche die ganze Sonnenſcheibe bedeckt iſt, haben die Erſcheinung einer totalen Sonnenfinſterniß, während die Gegenden, welche vom Halbſchatten getroffen werden, eine partielle Sonnenfinſterniß ſehen; berührt der Kernſchatten die Erde nicht, ſo erſcheint die Sonne nicht ganz verdeckt. In den Gegenden, welche den Schatten über ſich haben, wird ein ſchmaler Rand der Sonnenſcheibe ſichtbar bleiben und die ringförmige Sonnenfinſterniß ſehen laſſen. Die längſte Dauer einer totalen Sonnenfinſterniß iſt circa 8 Minuten, die einer ringförmigen 12½ Minuten.

Ebenſo wie der Mond wirft auch die Erde ihren Schatten in den Weltraum, welcher je nach der Entfernung von der Sonne zwiſchen 182408 und 188640 Meilen lang iſt. Der Mond kann bei ſeiner Bewegung um die Erde in dieſen Schatten eintreten, und da der Durchmeſſer deſſelben dort, wo der Mond eintritt, noch 1230 Meilen, alſo faſt dreimal größer als der Monddurchmeſſer iſt, kann entweder der Mond ganz oder theilweiſe, nie aber ringförmig verdeckt werden. Im erſten Falle findet eine totale, im letztern eine partielle Mondfinſterniß ſtatt.

Wenn die Mondbahn in der Ebene der Ekliptik läge, würde bei jedem Neumonde eine Sonnenfinſterniß, bei jedem Vollmonde eine Mondfinſterniß ſtattfinden. Wegen der Neigung der Mondbahn ſind die Finſterniſſe ſeltener. Die Zahl der Finſterniſſe in einem Jahre kann aber nie weniger als zwei und nie mehr als ſieben ſein. Finden nur zwei ſtatt, ſo ſind es immer Sonnenfinſterniſſe. Da der Mondknoten in 18 J. 11 T. einen ganzen Umkreis durchläuft, kehren innerhalb dieſes Zeitraums von 223 Mondmonaten die Finſterniſſe ſehr nahe in derſelben Ordnung wieder, und in dieſem Zeitraum finden 70 Finſterniſſe und zwar 29 Mond- und 41 Sonnenfinſterniſſe ſtatt.

Die Mondfinſterniſſe werden von allen Bewohnern der Erde gleich geſehen, der Anfang und das Ende iſt überall zu derſelben abſoluten Zeit, während die Sonnenfinſterniſſe (eigentlich Erdverfinſterungen) nur begrenzte Gegenden der Erde berühren und zu verſchiedenen Zeiten wahrgenommen werden.

Obwol die Anzahl der Sonnenfinſterniſſe größer als die der Mondfinſterniſſe, finden doch für ein und denſelben Ort beſonders die totalen Sonnenfinſterniſſe nur äußerſt ſelten ſtatt. Da die Mondfinſterniſſe abſolut zu derſelben Zeit ſtattfinden, ſo würden ſie ein ſehr vorzügliches Mittel ſein, die Zeit- oder Längendifferenz zwiſchen verſchiedenen Orten zu finden, wenn nicht der Uebelſtand wäre, daß wegen des Uebergangs von Kernſchatten in Halbſchatten der Schatten der Erde auf der Mondſcheibe nie ſcharf iſt und daher eine Mondfinſterniß höchſtens bis auf eine Zeitminute genau beobachtet werden kann. Die Ein- und Austritte der Sonnenfinſterniſſe ſind ſehr viel exacter zu beobachten und

werden dieselben auch vielfach zur Ermittelung von Längendifferenzen verwendet.

Die totalen Sonnenfinsternisse haben theils ihrer Seltenheit, theils aber auch der besondern Erscheinungen wegen, welche bei ihnen stattfinden, stets ein großes Interesse gehabt, und die bedeutendsten, welche in diesem Jahrhundert in Europa noch stattfinden, ereignen sich:

1887 am 19. August total in Deutschland u. Rußland,
1890 am 17. Juni ringförmig im Mittelmeer,
1896 am 9. August total in Norwegen, Lappland und Rußland,
1900 am 28. Mai ringförmig in Spanien u. Portugal.

Taf. 12 stellt in Fig. 1 in S die Sonne, in E die Erde dar, hinter welcher der Kernschatten und der Halbschatten sichtbar ist. Der Vollmond ist durch den Schatten gehend in drei verschiedenen Stellungen verzeichnet und in M ist er total verfinstert.

In Fig. 6 und 8 sind die Sonnenfinsternisse dargestellt; in Fig. 6, in welcher der Kern- und Halbschatten die Erde berührt, findet durch den erstern die totale, durch den letztern die partielle Sonnenfinsterniß statt. In Fig. 8 berührt nur der Halbschatten die Erde, in einem kleinen Raume unter dem Kernschatten hat man auf der Erde die ringförmige, an den andern Stellen des Halbschattens die partielle Finsterniß.

Fig. 2 stellt die Bewegung des Mondes um die Erde in vier verschiedenen Lagen dar, in A und C geht der Mond wegen der Neigung seiner Bahn nicht durch den Erdschatten, es finden daher keine Finsternisse statt, in B dagegen ist der Mond zur Zeit des Vollmondes auch in der Ekliptik und es tritt eine totale Mondfinsterniß ein, und in D ist der Mond bei dem Neumonde in der Ekliptik und es ist eine totale (oder ringförmige) Sonnenfinsterniß zu sehen.

Fig. 7 stellt den Verlauf der totalen Sonnenfinsterniß vom 22. December 1870 dar. Der mittelste schwärzere Streifen ist der Weg des Kernschattens: die Zone der centralen Verfinsterung, wo also die Sonne total verfinstert ist und in welchem Gürtel das südliche Spanien, Nordafrika, Griechenland und die Türkei liegen. Die verschiedenen Curven geben die Gegenden der Erde an, wo der Anfang der Finsterniß bei Sonnenaufgang oder Sonnenuntergang, wo die Mitte der Finsterniß bei Sonnenauf- resp. Sonnenuntergang und endlich, wo das Ende der Finsterniß bei Sonnenauf- resp. Sonnenuntergang stattfindet. Auch die Linie auf der Erde, an welcher Sonnen- und Mondrand sich eben berühren — die Grenze des Halbschattens auf der Erde — also die Grenze auf der Erde, wo die Finsterniß überhaupt noch sichtbar, ist auf der Karte verzeichnet. Der Mond erscheint bei einer totalen Mondfinsterniß nicht ganz dunkel, sondern hat eine braunrothe Färbung, welche davon herrührt, daß durch die Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre doch Lichtstrahlen und besonders die rothen, weil die blauen in unserer Atmosphäre absorbirt werden, in den Kernschatten der Erde gelangen und den Mond während der totalen Mondfinsterniß etwas beleuchten.

Wie bei einer totalen Sonnenfinsterniß die Sonne erscheint, ist in Taf. 7, Fig. 1 dargestellt.

2) Die Satelliten des Jupiter.

Die siderischen Umlaufszeiten, die Entfernungen von Hauptplaneten, die Massen (ausgedrückt in Theilen der Jupitermasse) und die wahren Durchmesser sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Satellit.	Siderische Umlaufszeit.	Entfernung vom Jupiter. Geogr. M.	Excentricität.	Masse in Theilen der Jupitermasse.	Wahrer Durchmesser. Geogr. M.
	T. St. M.				
I.	17 18 27.5	56500	0.00000	0.000169	510
II.	3 13 13.7	89800	0.00000	232	460
III.	7 3 42.5	143300	0.00135	884	750
IV.	16 16 32.2	252100	0.00724	425	640

Der erste Satellit erscheint vom Jupiter aus ungefähr so groß als unser Mond, der zweite und dritte etwa halb so groß, der vierte ein Viertel so groß.

Die vier Satelliten bewegen sich alle nahe in der Ebene des Aequators des Jupiter. Die gegenseitige Anziehungskraft der Satelliten aufeinander hat folgende zwei Sätze gegeben: 1) Die mittlere Bewegung des ersten Satelliten und zweimal die mittlere Bewegung des dritten Satelliten ist genau gleich dreimal derjenigen des zweiten Satelliten; 2) die mittlere Länge des ersten Satelliten plus zweimal der mittlern Länge des dritten Satelliten minus dreimal der mittlern Länge des zweiten Satelliten ist genau gleich zwei rechten Winkeln.

Wegen der kleinen Neigungen und der Nähe am Jupiter werden die drei ersten Satelliten bei jedem Umlaufe verfinstert, nur der vierte Satellit kann zuweilen über oder unter dem Schatten weggehen. Ebenso verursachen die drei innern Satelliten auf dem Jupiter bei jedem Umlaufe Sonnenfinsternisse. Die drei ersten Satelliten können nie zugleich verfinstert werden. Ihre Umdrehungszeit um ihre Achse scheint der Umlaufszeit gleich zu sein, wie man aus dem beobachteten Lichtwechsel geschlossen hat.

3) Die Satelliten von Saturn, Uranus und Neptun.

Man kennt von denselben nur ihre Umlaufszeiten und mittlern Entfernungen. Von den Saturnssatelliten ist der sechste der hellste und zeigt einen Lichtwechsel, aus dem sich schließen läßt, daß er sich in derselben Zeit um seine Achse dreht, als er sich um Saturn bewegt; die meisten Bahnen liegen in der Bahn der Ringebene. Die Elemente der Bahnen sind die folgenden:

Satelliten des Saturn.

Namen.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere Entfernung vom Saturn in geographischen Meilen.	Excentricität.
	T. St. M.		
1. Mimas	0 22 37	24800	.
2. Enceladus	1 8 53	31900	.
3. Thetis	1 21 18	39500	0.01086
4. Dione	2 17 41	50900	0.00310
5. Rhea	4 12 25	70500	0.00080
6. Titan	15 22 41	163700	0.02922
7. Hyperion	21 6 49	198200	0.115
8. Japetus	79 7 54	466900	0.02844

Satelliten des Uranus.

Namen.	Siderische Umlaufszeit.	Mittlere Entfernung vom Uranus in geographischen Meilen.
	T. St. M.	
1. Ariel	2 12 29	27700
2. Umbriel	4 3 28	38500
3. Titania	8 16 56	63100
4. Oberon	13 11 7	84100

Satellit des Neptun.

Siderische Umlaufszeit 5 T. 21 St. 4 M.
Mittlere Entfernung vom Neptun 47500 Meilen.

Auf Taf. 4 ist in Fig. 3 im Maßstab $^1/_{20000}$ Mill. der Jupiter mit seinen Monden, diese in den größten scheinbaren Entfernungen, in Fig. 4 in demselben Maßstabe der Saturn mit seinen Monden dargestellt.

In Taf. 12, Fig. 5 stellt die Linie EIE′ die Ebene der Jupitersbahn dar, während die mit I, II, III, IV bezeichneten Linien mit der EIE′ Winkel bilden, die die Neigungen der Mondbahnen gegen die Ebene der Jupitersbahn angeben.

Ein Apparat, welcher eine Darstellung der Planeten und Satelliten gibt, heißt ein Planetarium, und ein solches ist auf Taf. 10, Fig. 16 abgebildet. C ist die Sonne, H der Mercur, G die Venus, F die Erde mit dem Monde c, I der Mars, L die vier kleinen, zuerst entdeckten Planeten, M der Jupiter mit 4, N der Saturn mit 8, K der Uranus mit 4 Monden. Im Innern des Apparates ist ein Räderwerk, welches, durch die Kurbel D in Bewegung gesetzt, die dargestellten Planeten sich um die Sonne bewegen läßt.

d) Die Kometen.

In jedem Jahrhundert erblicken aufmerksame Beobachter etwa zwanzig bis dreißig mal mit bloßem Auge am Firmament zwischen den zahlreichen Sternen leuchtende Körper von nebelhaftem Ansehen, die meistens mit einem Lichtstreifen, Schweif, versehen sind und deshalb von den Alten Haarsterne, κομητης, genannt sind.

Durch ihr wunderbares, prächtig-schönes Ansehen, durch ihre Form, welche öfter mit der einer Garbe oder der einer auflodernden Flamme Aehnlichkeit hat, außerdem durch ihre Seltenheit (denn sehr große Kometen kommen im Jahrhundert nur einigemal vor) erregten sie von jeher Erstaunen und Bewunderung, welche bei dem früher herrschenden Aberglauben in Furcht und Angst überging.

Viele Städtechroniken, sowie unsere Geschichtsbücher berichten von dem Schrecken, den zu gewissen Zeiten die Kometen hervorgebracht haben, und man könnte viel davon erzählen, wenn man alle Furcht und die Folgen derselben schildern wollte, welche in frühern Jahrhunderten die Erscheinungen von Kometen verbreitet haben.

Diese Zeiten sind vorüber, und wenn auch noch hin und wieder bei Erscheinungen von Kometen Unglücksnachrichten prophezeit werden, so ist doch im allgemeinen die Furcht vor denselben verschwunden. Seitdem man erkannt hat, daß die Kometen nicht in unserer nächsten Umgebung sich befinden, daß sie nicht der Atmosphäre unserer Erde angehören, sondern nach himmlischen Gesetzen als kosmische Körper die ihnen vorgeschriebenen Bahnen um die Sonne mit der größten Genauigkeit beschreiben — wo ist da noch Grund zur Furcht vorhanden?

Die Zahl der sehr großen Kometen ist, wie oben schon gesagt, gering: alle drei bis fünf Jahre kann mit bloßem Auge im Durchschnitt nur einer gesehen werden. Aber die Zahl der durch Fernröhre wahrnehmbaren, der teleskopischen Kometen, ist beträchtlich größer, sie beträgt durchschnittlich vier im Jahre und die Aufmerksamkeit der Astronomen ist fast mit den Jahren gewachsen. Während z. B. im 17. Jahrhundert nur 20 Kometen (sämmtlich dem bloßen Auge) sichtbar waren, hat man im 18. Jahrhundert schon 62 (davon besonders in der zweiten Hälfte viele teleskopische) gesehen, in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts sind 94 Kometenerscheinungen beobachtet, von 1850 bis 1860 hat man 38, von 1861 bis 1870 dagegen 33 Kometen wahrgenommen.

Von etwa 250 Kometen sind die Bahnen genau berechnet und die Mehrzahl derselben gehört der neuern Zeit an, weil in frühern Jahrhunderten die Beobachtungen so unvollkommen und so widersprechend sind, daß Bahnbestimmungen nicht gemacht werden können; doch aus allen Angaben ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß, soweit unsere Geschichte reicht, bisjetzt nicht viel über 600 Kometen gesehen sind.

Wie groß aber die Zahl dieser Himmelskörper im allgemeinen ist, läßt sich nur unter Voraussetzung gewisser Hypothesen annähernd angeben. Bisher ist constatirt, daß nur eine ganz geringe Anzahl von Kometen in einer bestimmten Zahl von Jahren um die Sonne läuft und periodisch wiederkehrt. Bei den übrigen ist, wenn sie sich überhaupt in geschlossenen Curven bewegen und deshalb eine Umlaufszeit haben, solche Tausende von Jahren, und da man jetzt alle Jahre im Durchschnitt etwa drei bis vier neue Kometen findet, so folgt daraus, daß viele tausend Kometen vorhanden sein müssen. Wol ist nicht anzunehmen, daß die Kometen mit ihren Perihelien (Sonnennähen) im Weltraume gleichmäßig vertheilt sind, denn dann würde ihre Zahl, da innerhalb der Mercurbahn von den 250 berechneten Bahnen etwa 50 ihre Perihelien haben, innerhalb der Jupitersbahn schon Hunderttausende betragen und innerhalb der Neptunsbahn bis auf Millionen steigen. Auch die Hypothese, daß die Kometenperihelien wie die Quadrate der Entfernungen von der Sonne zunehmen, war zwischen der Mercur- und Venusbahn vor etwa 30 Jahren nahe richtig, jetzt ist das Verhältniß durch die neuern Entdeckungen ein anderes geworden. Innerhalb der uns gegenwärtig durch die Lichtstärke unserer Instrumente gesetzten Grenzen, bis zu welchen wir noch Kometen sehen und beobachten können, wird die Zahl derselben sicher mehrere Tausend übersteigen.

Die große Mehrzahl der Kometen wird jetzt den Astronomen durch besonders dazu construirte Fernröhre mit großem Gesichtsfeld und nicht zu starker Vergrößerung (Kometensucher) aufgefunden. Doch kommt es hin und wieder auch vor, daß plötzlich helle Kometen erscheinen und von jedermann, der den Himmel aufmerksam betrachtet, gesehen werden können. Diese Kometen sind dann ganz plötzlich aus ihrer Sonnennähe und aus den Sonnenstrahlen herausgetreten, während sie durch das Tageslicht selbst dem bewaffneten Auge des Sternkundigen unsichtbar blieben.

Die hellern Kometen haben meistens drei wesentliche Bestandtheile an sich: einen Kern, eine Nebelhülle und einen Schweif.

Eine als Hauptpunkt am hellsten strahlende, oft sternartige Verdichtung im Kometen nennt man den Kern, der oft nur geringen Durchmesser hat und eine solche Helligkeit entwickelt, daß man bei einigen Kometen ihn am hellen Tage mit bloßem Auge gesehen hat. Schröter und Harding maßen z. B. den Kern des Kometen von 1798, als er am kleinsten war, nur zu 27 Meilen Durchmesser, während der Kern des großen Kometen von 1811 einen Durchmesser von 570 Meilen und der Kern des noch in frischem Andenken stehenden prachtvollen Kometen von 1858 etwas über 100 Meilen Durchmesser hatte. Am hellen Tage waren in diesem Jahrhundert die Kerne der großen Kometen von 1843 und 1853 sichtbar.

Den Kern umgibt gewöhnlich eine Nebelhülle, die schon einen beträchtlichern Durchmesser hat und oft nach der der Sonne zugekehrten Seite fächerartig strahlt, ja es reihen sich oft mehrere Sectoren zu Hüllen aneinander und übereinander, die zuweilen sehr bemerkbare Oscillationen zeigen.

Es kommt häufig vor, daß die Nebelhülle, wenn der Komet in seine Sonnennähe gelangt, eine von der

Sonne abgewandte Verlängerung erhält, die sich zu einem Schweife entwickelt, der bei zunehmender Entfernung des Kometen von der Sonne kleiner wird und schließlich ganz verschwindet. Die Schweife erreichen oft eine beträchtliche Länge und erscheinen alsdann meistens nicht gerade, sondern gekrümmt und reichen oft über den dritten Theil, ja über die Hälfte und mehr des uns sichtbaren Himmels. So hatten z. B. die Schweife der Kometen von 1456 eine Länge von 60°, 1618 von 100°, 1769 von 90°, 1811 von 90°, 1843 von nahe 70°, 1858 von 60°, 1861 von 120°. Diese Längen entsprechen im Weltraume Millionen von Meilen und hier sei nur erwähnt, daß die Länge des Schweifs vom Kometen 1858 gegen 11 Mill. Meilen und die größte Breite 2 Mill. Meilen betrug. Hin und wieder haben die Kometen auch mehrere Schweife: der vom Jahre 1823 hatte zwei, die sich einander gegenüberstanden; der vom Jahre 1744 soll sechs von je 30 bis 40° Länge und 4° Breite gehabt haben; der vom Jahre 1858 hatte außer dem großen breiten Schweife noch zwei schmale, den großen tangirende, die fast dieselbe Länge von 11 Mill. Meilen, doch nur eine Breite von 200000 Meilen hatten. Oft ändert sich die Länge der Schweife und zwar sowol in kurzen Zeiträumen — in dem Schweife des Kometen von 1811 wurden z. B. zuckende Bewegungen wahrgenommen — als auch von einer Erscheinung zur andern ganz beträchtlich. So hatte der alle 75 Jahre wiederkehrende Halley'sche Komet im Jahre 1456 einen Schweif von 60° Länge, während in den Jahren 1759 und 1835 der Schweif kaum 15° Länge erreichte.

Die Schweife sind an den Rändern gewöhnlich viel heller wie in der Mitte, und durch die Mitte zieht sich ein dunkler Streifen, wodurch man zu der Ansicht gekommen ist, daß die Schweife hohl sind und man in der Mitte direct durch die dünnen Wände des hohlen Schweifs sieht, während man am Rande geneigt auf die Schweifwände schaut und daher mehr Materie erblickt.

Oft fehlt den Kometen der Kern; wir sehen, besonders bei den teleskopischen Kometen, nur die Nebelhülle, in welcher hin und wieder, jedoch nicht immer im Centrum, eine oder mehrere Verdichtungen sich befinden. Der Kern bildet sich meist erst in der Nebelhülle, wenn der Komet der Sonne näher kommt, er verschwindet, wenn der Komet sich wieder von der Sonne entfernt, sodaß schließlich nur die Nebelhülle übrigbleibt, welche bei zunehmender Entfernung matter wird und sich schließlich unsern Blicken ganz entzieht. Die Mehrzahl der teleskopischen Kometen besteht überhaupt nur aus solchen Nebelhüllen.

An einigen hellern Kometen hat man Lichtgestalten wie bei unserm Monde, sogenannte Phasen, wahrgenommen, und besonders soll der Komet von 1819 unter der Gestalt des Mondes in seinen Vierteln von aufmerksamen Astronomen beobachtet sein. Höchstwahrscheinlich sind aber das, was man für Phasen gehalten hat, nur räthselhafte Gestaltungen des Kopfes gewesen, die in neuerer Zeit fast immer wahrgenommen sind.

Mit großer Sicherheit ist constatirt, daß die Kometen fast ganz durchsichtig sind, da das Licht von Fixsternen, die durch einen Kometen bedeckt worden, nicht merklich geschwächt wird. Die Helligkeit mancher Kometen ist gegen die der Fixsterne so gering, daß, wenn schwache Kometen in der Nähe von Sternen stehen, sie kaum wahrzunehmen sind, und nach einigen Kometen ist öfter vergeblich gesucht, wenn sie, wie die spätere Rechnung ergab, in der Richtung von Fixsternen gestanden haben.

Die geringe Helligkeit der Kometen läßt auch eine sehr geringe Masse vermuthen und von dem Kometen im Jahre 1770 ist nachgewiesen, daß er trotz seiner Größe eine geringere Masse gehabt haben muß, als den 5000. Theil der Erdmasse, weil er bei einer größern Masse auf die Bewegung der Erde Einfluß gehabt und letztere in ihrem Laufe hätte stören müssen.

Seit Newton allgemeine Gesetze aufstellte, nach welchen sich alle Himmelskörper bewegen, ist es möglich, die Bahnen der Kometen genau zu berechnen, und für die meisten derselben hat man gefunden, daß die kurze Strecke der Bahn, in welcher wir von der Erde aus die Kometen gesehen, von der Parabel fast gar nicht abweicht. Nur von einer geringen Zahl Kometen ist nachgewiesen, daß ihre Bahnen geschlossene Curven, langgestreckte Ellipsen sind, bei welchen die Excentricität aber nicht viel von der Einheit abweicht.

Der englische Astronom Halley war der erste, welcher nach Newton's Theorie die Bahnen von 25 Kometen berechnete. Als er die Kennzeichen der Bahnen, die Elemente miteinander verglich, fand er drei Bahnen (die der Kometen von 1531, 1607, 1682), bei welchen die Elemente so ähnlich waren, daß er daraus schloß, diese Bahnen müßten ein und demselben Kometen angehören, der eine Umlaufszeit von 75 bis 76 Jahren hätte. Seine Voraussetzung, daß der Komet im Jahre 1758 wiederkehren würde, bestätigte sich aufs glänzendste, doch erschien er nicht in seiner Sonnennähe 1758, sondern erst 1759, welche Verzögerung von der Einwirkung des Jupiters und Saturn auf die Bewegung des Kometen herrührte. Solche in ganz bestimmten Zeiträumen wiederkehrende Kometen nennt man periodische, und gegenwärtig zählt man deren schon eine ziemliche Anzahl, von welchen im Folgenden kurze Beschreibungen gegeben werden sollen.

Zuvor mögen aber erst einige Notizen über die bedeutendsten Kometen, welche bisjetzt erschienen, hier mitgetheilt werden.

Higinus und Ovid erwähnen, daß im Jahre 1200 vor Christi Geburt zur Zeit der Zerstörung Trojas eine der Plejaden Electra oder Merope aus Kummer über den Untergang der herrlichen Stadt die Gesellschaft ihrer Schwestern verlassen und dem nördlichen Polarkreis sich zugewandt habe, wo sie trauernd mit aufgelöstem Haar gesehen und Komet genannt sei. Diese Erzählung ist wol die erste glaubhafte Nachricht über einen Kometen, der durch die Plejaden nach Norden gegangen ist.

Aristoteles berichtet von einem Kometen, der 371 vor Christi Geburt erschien und einen hellen und breiten, über den dritten Theil des sichtbaren Himmels reichenden Schweif hatte.

Im Jahre 134 v. Chr., zur Zeit der Geburt des Mithridates, war ein glänzender Komet 70 Tage lang sichtbar, der an Glanz mit der Sonne verglichen wurde und dessen Schweif, sich über den vierten Theil des Himmels erstreckend, vier Stunden bedurfte, um aufzugehen.

Bald nach Cäsars Tode, 43 v. Chr., zeigte sich ein so heller Komet, daß man ihn selbst am Mittag noch sehen konnte. Von ihm glaubten die Römer, daß er gekommen sei, um den Geist des großen Dictators zu empfangen und denselben nach den Sitzen der Götter zu geleiten.

Im Jahre 389 nach Christi erschien ein Komet welcher an Helligkeit der Venus gleichkam, dessen Kopf aus mehrern kleinen Sternen zusammengesetzt war, dessen Schweif die Form eines Schwertes hatte und dessen ganzes Ansehen mit einer brennenden Ampel verglichen wurde.

Im Jahre 1106 ſah man ein Geſtirn, welches nach Angabe des Chroniſten nur $1^1/_2$ Fuß von der Sonne entfernt war und einen Schweif hatte, der von den Fiſchen bis zum Orion reichte.

Ein anderer, auch wie der vorgenannte am Tage geſehener Komet, erſchien im Jahre 1402, deſſen Schweif ſogar am hellen Mittag geſehen worden ſein ſoll. Andere Geſchichtſchreiber laſſen in demſelben Jahre zwei Kometen ſichtbar ſein.

Der Komet von 1532 ſoll ebenfalls am hellen Tage für jedermann ſichtbar geweſen ſein.

Von dem Kometen des Jahres 1556 iſt ſchon erwähnt, daß er einen Schweif von 60° Länge hatte, und der Schweif des im Jahre 1618 erſchienenen Kometen ſoll 100° gemeſſen haben, ſodaß ſelbiger noch nicht ganz aufgegangen, wenn der Kopf bereits die Mitte des Himmels über dem Horizonte einnahm.

Der Komet vom Jahre 1680 hatte einen ſo langen Schweif, daß derſelbe, obwol der Kopf bald nach der Sonne unterging, theilweiſe die ganze Nacht hindurch ſichtbar war; er maß 70°.

Der glänzendſte Komet des 18. Jahrhunderts, der von 1744, war am 1. Februar ſchon heller als Sirius, am 8. ſo hell als Jupiter, Anfang März übertraf er die Venus an Glanz und iſt mit freiem Auge ſelbſt Mittags um 1 Uhr gut geſehen worden. Anfangs hatte er einen Schweif, der ſich aber mit der Zeit in ſechs getheilt haben ſoll, die Cheſeaux beobachtete; die franzöſiſchen und engliſchen Aſtronomen erwähnen davon nichts.

Die bedeutendſten Kometen des 19. Jahrhunderts waren die von 1807, 1811, 1819, 1825, 1835 (der Halley'ſche) 1843, 1853, 1858, 1860, 1861, 1862.

Der Komet von 1807 hatte einen Schweif von nur 3 bis 4° Länge.

Der Komet von 1811 wurde vom 26. März bis 17. Auguſt 1812, alſo über einen Zeitraum von 17 Monaten geſehen, jedoch mit Unterbrechung. Am ſchönſten war er im Herbſt 1811, wo er mit ſeinem 25° langen und 6° breiten Schweife die ganze Nacht ſichtbar blieb. Bouvard hat zwei Schweife geſehen, die einen Winkel von 90° miteinander bildeten. Seine Bahn hat ſich nach der ſcharfen Berechnung von Argelander als Ellipſe herausgeſtellt, jedoch mit einer Umlaufszeit von 3065 Jahren und eine genäherte Vorausberechnung ſeiner Wiederkehr hat ergeben, daß vermöge der Anziehungskraft der Planeten ſein Lauf um 177 Jahre beſchleunigt wird, ſo daß ſeine nächſte Erſcheinung nahe um das Jahr 4700 zu erwarten iſt.

Der Komet von 1819 hatte einen Schweif von 7° Länge.

Der Komet vom October 1825 zeigte einen aus drei Punkten beſtehenden Kern und einen 15° langen Schweif.

Im Jahre 1835 erſchien der Halley'ſche Komet, über den, als zu den periodiſchen gehörig, noch Weiteres folgen wird.

Am 28. Februar 1843 erſchien am hellen Tage plötzlich ein großer Komet ſehr nahe bei der Sonne, den man in Amerika zuerſt entdeckte. Dem bloßen Auge erſchien er nachts mit einem 40 bis 70° langen Schweife, der ſich im März in zwei theilte. Dieſer Komet hat das Merkwürdige, daß er in ſeiner größten Sonnennähe nur 19000 Meilen von der Oberfläche der Sonne entfernt war, ja anfangs gaben die Rechnungen ihm eine kleinere Sonnennähe, als der Halbmeſſer der Sonne betrug.

Der im Jahre 1853 ſichtbare Komet hatte Ende Auguſt kurze Zeit einen mehr als 5° langen Schweif und wurde im Fernrohr am hellen Mittag geſehen und beobachtet.

Der glänzendſte und größte Komet dieſes Jahrhunderts wird wol der im Herbſt 1858 geweſen ſein. Entdeckt von Herrn Donati in Florenz im Juni als ein ſehr ſchwacher Nebelfleck im Sternbild des Löwen, wurde er von Ende Auguſt bis Ende October dem bloßen Auge ſichtbar. Zu Anfang dieſer Zeit ſah man ſeinen Schweif von Tag zu Tage heller und länger werden und hat man demſelben, ſowie der dem Schweife entgegengeſetzt unmittelbar am Kopfe ſich zeigenden ſehr ſtarken Lichtentwickelung oder Ausſtrömung, die in mehrere Lichthüllen (bis zu ſieben), welche den Kern umgaben und in den Schweif ſich verlängerten, hineinfloß, ganz beſondere Aufmerkſamkeit geſchenkt. Während der Hauptſchweif ſtark gekrümmt war und bis zu 60° Länge und 10° Breite verfolgt werden konnte, nahm man an einigen Orten an der Tangente dieſes großen Schweifes noch zwei ſchwachglänzende Streifen wahr, die faſt dieſelbe Länge, aber nur 1° Breite hatten.

Ende Juni 1860 erſchien plötzlich aus den Sonnenſtrahlen kommend ein Komet, der raſch an Licht zunahm, einen Schweif von 20° Länge und einen excentriſchen Kern hatte, ſich durch ſchnelle Veränderungen auszeichnete und ſehr raſch an Licht abnahm.

Der Komet vom Jahre 1861 erſchien auf der nördlichen Halbkugel ganz plötzlich am 30. Juni aus den Sonnenſtrahlen hervorbrechend — auf der ſüdlichen Halbkugel hatte man ihn ſchon vom 13. Mai an geſehen — mit einem langen Schweife, der wegen der Nähe des Kometen zur Erde (am 30. Juni betrug die Entfernung nur 2 Mill. Meilen) eine Länge von 120° hatte. Auch dieſer Komet zeigte mehrere Hüllen, und über dem geraden großen Schweife lag noch ein ſchwächerer krummer.

Der letzte dem bloßen Auge ſichtbare Komet erſchien im Auguſt 1862, hatte einen Schweif von 10 bis 12° Länge und zeichnete ſich durch pendelartige Bewegung der Ausſtrömung, ſowie durch große Veränderlichkeit im Anſehen ſeines Kopfes aus.

Alle dieſe Kometen haben entweder eine ſo große Umlaufszeit, daß wir dieſelbe nicht zu beſtimmen im Stande ſind, oder eine ſolche von vielen hundert, ja oft von mehrern tauſend Jahren. Dagegen gibt es, wie ſchon oben geſagt, einzelne Kometen mit kürzerer Umlaufszeit, und man unterſcheidet zwei Hauptgruppen, eine mit Umlaufszeiten zwiſchen drei bis ſieben Jahren und eine andere Gruppe mit Umlaufszeiten zwiſchen 60 bis 80 Jahren.

Man nennt dieſe Kometen periodiſche, und die Umlaufszeit derjenigen, welche bereits mehr als einmal bei der Rückkehr zu ihrem Perihel von unſerer Erde aus beobachtet ſind, läßt ſich bis auf einige Tage, ja bei einzelnen bis auf Stunden berechnen.

Zu dieſen periodiſchen gehört zunächſt der Halley'ſche Komet, der ſeiner Umlaufszeit nach der letzten der erwähnten Gruppen angehört.

Wie ſchon oben erwähnt, war es Halley, der die erſten 25 Kometenbahnen berechnete und durch Vergleichung derſelben die Periodicität des einen Kometen anzeigte. Nachdem er die Periode der Wiederkehr erkannt, konnte man zurückrechnen und fand in verſchiedenen Büchern von dieſem Kometen Beobachtungen, aber leider ſo unvollkommen, daß ſich aus dieſen alten Daten keine genauere Bahn hat feſtſtellen laſſen.

Die erſte verläßliche Erſcheinung des Halley'ſchen Kometen fällt in das Jahr 1456, in welchem er auf ſeinem Wege von den Sternbildern Stier bis Löwe ſich in großer Pracht zeigte. Sein Kern ſoll das intenſive Licht eines Fixſterns gehabt haben, ſein Schweif 60° lang geweſen ſein und gegen das Ende in Geſtalt eines Pfauenſchweifs geleuchtet haben.

Die zweite Erscheinung fiel in das Jahr 1531 und ist besonders von Peter Apianus (Bienewitz) zu Ingolstadt verfolgt, welcher zuerst bei dieser Erscheinung darauf aufmerksam machte, daß der Schweif von der Sonne abgewandt sei.

Die dritte Erscheinung, im Jahre 1607, wurde von Kepler, Longomontan und andern Astronomen beobachtet; der Schweif war in seiner Länge beträchtlich veränderlich, was seinen Grund möglicherweise in der wechselnden Klarheit der Atmosphäre hat, da er in den letzten Monaten des Jahres sichtbar war.

Die vierte Erscheinung, im Jahre 1682, zur Zeit als Newton und Halley lebten, veranlaßte letztern zu der Berechnung der Kometenbahnen nach der Theorie des erstern. Die Voraussagung der Wiederkehr des Kometen im Jahre 1758, sowie die Erkenntniß der Periodicität war eine der größten Ereignisse in der Astronomie, und die Benennung des Kometen nach Halley ist eine wohlverdiente Anerkennung.

Clairaut, ein französischer Mathematiker, und Madame Lepaute rechneten sechs Monate ununterbrochen an der genauen Bahn des Halley'schen Kometen, um seine Wiederkehr genau anzugeben und fanden, daß er durch Jupiter in seinem Laufe um 518 Tage, durch Saturn um 100 Tage aufgehalten würde und setzten auf den 13. April 1759 die größte Sonnennähe des Kometen an. Halley starb 1741 und erlebte daher die Wiederkehr des Kometen nicht. Als zu Ende des Jahres 1758 mehrere Astronomen und unter ihnen der bekannte Kometenentdecker Messier lange vergebens nach ihm ausgeschaut hatten, fand ihn am 25. December 1758 zuerst ein Liebhaber der Astronomie, der Bauer Palitzsch zu Prohlis bei Dresden. Die weitern Beobachtungen des Kometen zeigten, daß er in der Nacht vom 12. bis 13. März 1759, also nur einen Monat früher als Clairaut gefunden, sein Perihel erreichte. In seinem Schweife entwickelte er schon damals nicht die Pracht, in der man ihn früher gesehen hatte, und noch weniger glänzend erschien er im Jahre 1835, wo er im August und zwar nur $\frac{1}{4}°$ von dem vorausberechneten Orte wieder gefunden wurde, sein Perihel bis auf wenige Tage zu der vorausberechneten Zeit erreichte und in seinen physischen Erscheinungen ganz besonders genau von Bessel untersucht wurde.

Lange blieb dieser Komet der einzige, von dem man die Umlaufszeit kannte. Im Jahre 1770 entdeckte der französische Astronom Messier einen Kometen, von dem Lexell nachwies, daß er nach $5\frac{1}{2}$ Jahren wiederkehren müsse, doch fand er bei näherer Rechnung, daß der durch seine bedeutende Masse wirkende Jupiter ihm erst 1767 die Bahn gegeben hatte, diese aber auch im Jahre 1779 wieder nahm, welches Resultat durch andere Astronomen bestätigt worden ist. Lexell hatte dadurch zwar nachgewiesen, daß es Kometen mit kurzer Umlaufszeit geben könne, aber noch war kein Fall bekannt, daß ein solcher Komet in mehrern Umläufen beobachtet sei, und obwol man besonders zu Anfang dieses Jahrhunderts sorgfältig alle Bahnen untersuchte, fanden sich doch nur zwei Kometen (entdeckt im Jahre 1812 von Pons und im J. 1815 von Olbers), welche Umlaufszeiten von 71 und 74 Jahren zeigten, also dem Halley'schen ganz ähnliche sind.

Da entdeckte am 26. Novembr 1818 Pons in Marseille einen Kometen, der 47 Tage beobachtet wurde und dessen Bahn sich schon während der Beobachtungszeit nicht mit einer Parabel in Einklang bringen ließ. Encke, damals Astronom auf dem Seeberge bei Gotha, fand durch seine Rechnung aus Beobachtungen, die 21 Tage umfaßten, daß dieser Komet nach $3\frac{1}{3}$ Jahren wiederkehren müsse und bewies, daß derselbe schon 1786, 1795 und 1805 beobachtet sei. Als Encke nach der von ihm bestimmten Bahn den Lauf für das Jahr 1822 vorausberechnete, war der schönste Lohn der mühevollen Arbeit der, den Kometen genau an der Stelle aufgefunden und beobachtet zu sehen, welche er ihm im voraus angewiesen hatte. Seitdem ist dieser Komet regelmäßig wiedergekehrt und keine Erscheinung desselben ist unbeachtet vorübergegangen. Seit der Entdeckung der Periodicität im Jahre 1818 hat man ihn 1822, 1825, 1829, 1832, 1835, 1838, 1842, 1845, 1848, 1852, 1855, 1858, 1862, 1865, 1868, 1871 beobachtet.

Encke's Komet von kurzer Umlaufszeit blieb nicht lange der einzige. Am 27. Februar 1826 entdeckte zu Josephstadt in Böhmen der Hauptmann Biela einen Kometen, dessen Umlaufszeit zu $6\frac{3}{4}$ Jahren berechnet wurde und der schon 1772 und 1805 gesehen und beobachtet war. Er ist seitdem 1832, 1839, 1845 und 1852 wieder gesehen; aber 1845 zeigte er die merkwürdige Erscheinung, daß er sich in zwei Theile theilte, die auch beide 1852 als gesonderte Kometen schon mehrere Grade voneinander entfernt beobachtet, seitdem aber nicht wieder gesehen wurden.

Siebzehn Jahre nach der Entdeckung des Biela'schen Kometen fand am 23. November 1843 der Astronom Faye in Paris einen Kometen, der seitdem alle $7\frac{1}{2}$ Jahre (1851, 1858, 1866) zur Sonnennähe wiedergekehrt und beobachtet ist.

Der Brorsen'sche Komet, am 26. Februar 1846 von Brorsen in Kiel entdeckt, wurde, trotzdem eine $5\frac{1}{2}$jährige Umlaufszeit erkannt war, doch im Jahre 1851 wegen ungünstiger Stellung zur Erde nicht wieder gesehen, jedoch 1857 von Bruhns neu entdeckt und 1868 wieder beobachtet.

Der d'Arrest'sche Komet, am 27. Juni 1851 von d'Arrest in Leipzig entdeckt, hat eine Umlaufszeit von $6\frac{1}{2}$ Jahren und ist in seiner Sonnennähe 1857 (am Cap der guten Hoffnung) und 1870 wieder gesehen und beobachtet.

Der Winnecke'sche Komet wurde am 8. März 1858 von Winnecke in Bonn entdeckt; die Rechnung zeigte sofort, daß er schon 1819 beobachtet sei und man fand sehr bald seine Umlaufszeit zu $5\frac{1}{2}$ Jahren. Im Jahre 1864 konnte er wegen ungünstiger Stellung zur Erde nicht gesehen werden, 1869 ist er wieder beobachtet.

Ein anderer periodischer Komet von kurzer Umlaufszeit, von de Vico in Rom am 22. August 1844 entdeckt, ist in seiner ersten Erscheinung über vier Monate beobachtet und scharf berechnet worden, hat aber seitdem nicht wieder aufgefunden werden können.

Ein am 3. April 1867 von Tempel in Marseille entdeckter Komet hat nach der besten Rechnung $5\frac{3}{4}$ Jahre Umlaufszeit und kann erst 1872 oder gar erst 1878 wieder gefunden werden.

Eine größere Umlaufszeit, $13\frac{6}{10}$ Jahre, hat ein Komet, der am 4. Januar 1858 von Tuttle in Cambridge (V. St.) und am 12. Januar von Bruhns in Berlin entdeckt wurde und von dem sich zeigte, daß er schon 1790 beobachtet wurde, in den dazwischenliegenden Sonnennähen aber unbeachtet vorüberging; 1871 ist er wieder gesehen und beobachtet.

Kometen von größern Umlaufszeiten kennt man jetzt mehrere. Wir führen nur an, daß ein von Peters 1846 entdeckter Komet nahe 16 Jahre, ein 1852 von Westphal entdeckter 61 Jahre, ein 1866 von Tempel entdeckter 33 Jahre Umlaufszeit haben. Der letztgenannte Komet hat merkwürdigerweise nahe dieselbe Bahn wie der Sternschnuppenschwarm, auf dessen glänzende Erscheinung 1799 A. von Humboldt besonders

aufmerksam machte und der 1866 in der Nacht vom 13. zum 14. November in Europa, 1867 in Amerika und Australien in großem Glanze wieder gesehen wurde. — Sowol aus diesem als auch aus dem vorigen Jahrhundert lassen sich noch mehr Kometen mit kürzern oder längern Umlaufszeiten aufführen, doch sind sie alle nur in einer Erscheinung beobachtet und ihre Wiederkehr ist daher noch zu constatiren.

Ueber die physische Beschaffenheit der Kometen weiß man noch wenig. Im Alterthum hielt man dieselben für Meteore in unserer Atmosphäre. Nach Aristoteles sollten es Ausdünstungen aus Klüften und Höhlen sein, die sich in unserer Atmosphäre zusammenballen und wieder verschwinden; Plutarch läßt sie keine wirkliche Existenz haben, sondern nur Reflexe des Sonnenlichts sein, die ebenso verschwinden, wie der Regenbogen und die Nebensonnen. Aristoteles nahm zwei Klassen von Kometen an: bärtige und geschwänzte, während Plinius zwölf Gattungen zählte, von welchen die mähnenförmigen am geschwindesten liefen, die Haarkometen am längsten sichtbar blieben. Als das Fernrohr auf den Himmel angewandt wurde, hielt man sie für Ausdünstungen der Sonne, wogegen Hevel gewaltig eiferte und sie als bloße Ausdünstungen der Planeten betrachtet wissen wollte. Kepler behauptete noch, daß es Ungeheuer wären, die in den obern Regionen der Luft wie die Walfische im Meer herumschwimmen und sich von den bösen Dünsten nähren, und wenn sich die Kometen der Erde nähern, verursachten sie Miswachs und pestartige Krankheiten. Damals hatte aber schon Tycho Brahe nachgewiesen, daß sie entfernter wie der Mond seien, und bald darauf (1681) zeigte der Pfarrer Dörfel in Plauen im Voigtlande, daß die Bahnen der Kometen Parabeln seien. Als Newton gefunden hatte, daß alle Himmelskörper sich in Kegelschnitten bewegen, wurde den Kometen von den Männern der Wissenschaft die wahre kosmische Existenz angewiesen.

Unsere jetzigen Ansichten über Kometen sind durchaus noch nicht derart, daß sie alle Erscheinungen erklären. Da die Kometen als Himmelskörper den Gravitationsgesetzen folgen, ist sicher anzunehmen, daß sie materieller Natur sind, und da bei ihrer Annäherung an die Sonne sich Ausströmungen, Hüllen und Schweife entwickeln, ist wol vorauszusetzen, daß durch die Sonne Kräfte frei werden, welche bei großer Entfernung des Kometen von der Sonne gebunden sind und die wahrgenommenen starken Aenderungen im Ansehen des Kerns, der Hüllen und des Schweifs verursachen. Bessel nimmt dafür polare Kräfte an, die bei einigen Kometen pendelartige Schwingungen des Schweifs hervorbringen, und es ist berechnet worden, daß solche Kräfte auch die Ursache sein können für die nach jedem Umlaufe eintretende schnellere Wiederkehr eines Kometen zum Perihel, welche Encke bei dem nach ihm benannten Kometen von kurzer Umlaufszeit — die Beschleunigung ist bei jedem folgenden Umlaufe fast drei Stunden — gefunden hat und die er, einer Ansicht von Olbers folgend, einem widerstehenden materiellen Mittel im Weltraum zuschreibt.

Die Uebereinstimmung der Bahnen der Sternschnuppenschwärme mit etlichen Kometenbahnen haben die Veranlassung gegeben, diese Schwärme als werdende Kometen oder als die Trümmer sich auflösender Kometen anzunehmen. Da man aber von den Sternschnuppen nachgewiesen hat, daß sie, trotzdem ihre Anzahl viele Millionen erreicht, doch in großen Entfernungen (10 bis 20 Meilen) voneinander sich befinden, ist es nicht gut begreiflich, wie diese kleinen Massen miteinander noch im Zusammenhang stehen und sich gegenseitig anziehen können, denn nur dadurch würde das Bilden und das Verschwinden des Schweifs u. s. w. erklärlich sein.

Die in neuester Zeit mit so gutem Erfolg auf die Himmelskörper angewandte Spectralanalyse zeigt in dem Spectrum, welches man von den Kometen erhält, drei breite helle Banden, wovon die mittlere sehr nahe mit einer Magnesiumlinie zusammenfällt. Das Spectrum der Kometen hat auch große Aehnlichkeit mit dem des Wasserstoffs, weshalb man glaubt, daß diese Substanz das Selbstleuchten einiger Kometen verursacht. Die drei hellen Banden sind durch vollkommen dunkle Zwischenräume getrennt, und da dies Spectrum nur von dem Kern des Kometen herkommen kann, weil die Umhüllung zu schwach, ist die Substanz desselben vielleicht glühendes Kohlengas, welches gleichliegende Banden zeigt.

Der Annahme, daß die Hauptmasse der Kometen aus durch kleine Zwischenräume voneinander entfernten kleinen, festen Körpern bestehe, ähnlich wie eine Staub- oder Rauchwolke aus kleinen, festen Partikelchen zusammengesetzt ist, und daß die flüchtigen Bestandtheile dieser kleinen Körper, wenn der Komet sich der Sonne genugsam nähert, sich ganz oder theilweise verflüchtigen, in Dampf aufgehen, weißglühend werden und so die übrigen festen Theile vorübergehend in eine selbstleuchtende Wolke glühenden Dampfes, den Kometenkern, einhüllen, steht nichts entgegen.

In dem folgenden Verzeichniß sind zunächst die sichersten Elemente aller berechneten Kometen zusammengestellt; die Elemente der periodischen sind darin enthalten, und aus der Vergleichung für verschiedene Zeiten ersieht man die Veränderung der Elemente durch die Störungen, auf die wir in dem Abschnitt „Die physische Astronomie" zurückkommen.

Die wiedergekehrten periodischen Kometen sind:

Nr. 19,	der Halley'sche,	Nr. 189,	der d'Arrest'sche,
„ 96,	der Encke'sche,	„ 131,	der Winnecke'sche,
„ 84,	der Biela'sche,	„ 163,	der Faye'sche,
„ 171,	der Brorsen'sche,	„ 102,	der Tuttle'sche.

Bei der großen Mehrzahl der Kometen ist es nicht möglich gewesen, eine Umlaufszeit zu ermitteln; erst durch ihr Wiedererscheinen und durch genauere Bahnbestimmungen kann nachgewiesen werden, daß dieselben schon von Erdenbewohnern wahrgenommen worden sind.

In dem Verzeichniß enthält die erste Columne die laufende Nummer, entsprechend dem Olbers'schen Kometenverzeichniß. Um einmal angenommene Nummern nicht zu ändern, sind einzelne ältere Kometen, deren Bahnbestimmung in neuester Zeit noch möglich gewesen ist, mit der vorhergehenden Nummer und einem Buchstaben eingeschaltet. In Columne 2 ist die Zeit des Durchgangs durch das Perihel (nach welchem die Kometen auch mit der Jahreszahl und den römischen Ziffern I, II, III u. s. w. bezeichnet werden), in Columne 3 die Länge des Perihels, in Columne 4 die Länge des aufsteigenden Knotens, in Columne 5 die Neigung, alle drei Größen auf Zehntelgrade abgerundet, gegeben. Columne 6 enthält die Periheldistanz auf drei Decimalen, Columne 7 bei elliptischen Bahnen die halbe große Achse, Columne 8 die entsprechende Umlaufszeit, Columne 9 die Excentricität. In der zehnten Columne ist die Richtung der Bewegung des Kometen, ob er rechtläufig, wie die Planeten, oder rückläufig, d. h. im entgegengesetzten Sinne sich um die Sonne bewegt, und in der letzten Columne ist der Name des ersten Entdeckers (zwei sind aufgeführt, wenn beide den Kometen in derselben Nacht fanden) derjenigen Kometen, welche als neue, meist teleskopisch, aufgefunden und nicht vorausberechnet waren, aufgeführt.

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihelistanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
	V. Chr. Alter Stil.									
1	371 Winter	150—210°	270—330°	über 30°	klein				R	
1a	137 April 29	230	220	20	1.010				R	
1b	69 Juli	315	165	70	0.79				D	
1c	12 October 8.8	280	28	10	0.583				R	
	N. Chr.									
1d	66 Januar 14.2	325.0	32.7	40.5	0.445				R	
1e	141 März 29.1	251.9	12.8	17.0	0.720				R	
1f	240 November 10.0	271.0	189.0	44.0	0.372				D	
2	539 October 20.6	313.5	58 oder 238°	10.0	0.341				D	
3	565 Juli 14.5	80.0	159.5	59.0	0.832				R	
4	568 August 29.3	318.6	294.2	4.1	0.907				D	
5	574 April 7.3	143.6	128.3	46.5	0.963				D	
6	770 Juni 6.6	2.1	88.9	59.5	0.603				R	
7	837 März 1.0	289.0	206.5	10 oder 12°	0.580				R	
8	961 December 30.2	268.0	350.6	79.5	0.552				R	
9	989 September 12.0	264.0	84.0	17.0	0.568				R	
10	1066 April 1.0	264.9	25.8	17.0	0.720				R	
10a	1092 Februar 15.0	156.3	125.7	28.9	0.928				D	
11	1097 September 21.9	332.5	207.5	73.5	0.738				D	
12	1231 Januar 30.3	134.8	13.5	6.1	0.948				D	
13	1264 Juli 19.8	300.5	140.9	16.5	0.825				D	
14	1299 März 31.3	3.3	107.1	68.9	0.318				R	
15	1301 October 24.0	312.0	138.0	13.0	0.640				R	
16	1337 Juni 15.1	2.3	93.0	40.5	0.828				R	
17	1351 November 26.5	69.0	unbestimmt	unbestimmt	1.00				D	
18	1362 März 2.3	227.0	237.0	32.0	0.470				R	
18a	1366 October 13.0	66.0	212.0	6.0	0.958					
19	1378 November 8.8	299.5	47.3	17.9	0.583				R	
20	1385 October 16.3	101.8	268.5	52.2	0.774				R	
21	1433 November 4.4	281.0	133.8	79.0	0.339				R	
(13)	1456 Juni 8.9	301.0	48.5	17.9	0.586				R	
21a	1457 September 3.7	92.8	256.1	20.3	2.103				D	
22	1468 October 7.4	356.0	61.2	44.3	0.853				R	
23	1472 Februar 28.2	48.0	207.5	1.9	0.565				R	Regiomontanus
24	1490 December 24.5	58.7	288.7	51.6	0.738				D	
24a	1491 Januar 4.9	113.0	268.0	75.0	0.755				R	
25	1506 September 3.7	250.6	133.8	45.0	0.386				R	
(19)	1531 August 25.8	301.2	45.5	17.0	0.580	17.75	75.0	0.967	R	Apianus
26	1532 October 18.3	111.8	87.4	32.6	0.519				D	Fracastor
27	1533 Juni 14.9	217.7	299.3	28.2	0.327				D	
27a	1556 April 22.9	276.1	175.9	32.4	0.491				D	
28	1558 August 10.5	329.8	332.6	73.5	0.577				R	
29	1577 October 27.0	129.7	25.3	75.9	0.177				R	Tycho
30	1580 November 28.5	108.4	19.1	64 6	0.602				D	Möstlin
31	1582 Mai 6.4	256.3	229.3	60.8	0.168				R	Tycho
	Neuer Stil.									
32	1585 October 8.0	9.1	37.7	6.1	1.095				D	Wilhelm IV. von Hessen
33	1590 Februar 8.0	218.0	165.6	29.5	0.568				R	Tycho
34	1593 Juli 18.6	176.3	164.2	88.0	0.089				D	Ripenstis
35	1596 Juli 25.9	270.9	330.3	52.0	0.567				R	
(19)	1607 October 26.7	301.6	48.7	17.2	0.588				R	Harriot
36	1618 August 17.1	318.3	293.4	21.5	0.513				D	Kepler
37	1618 November 8.4	3.1	75.7	37.2	0.390				D	Kirch
38	1652 November 12.7	28.3	88 2	79.5	0.847				D	Hevel
39	1661 Januar 26.9	115.3	81.9	33.0	0.443				D	Hevel
40	1664 December 4.5	130.7	81.3	21.3	1.026				R	
41	1665 April 24.2	71.9	228.0	76.1	0.106				R	Hevel
42	1668 Februar 28.8	277.0	357.3	86.0	0.005				R	Aegidius
43	1672 März 1.4	47.0	297.5	83.4	0.697				D	
44	1677 Mai 6.0	137.6	236.8	79.1	0.281				R	Hevel
45	1678 August 18.7	322.8	163.3	2.9	1.145	3.070	5.38	0.627	D	Lahire
46	1680 December 18.0	262.8	272.2	60.7	0.006	426.7	88.1	1.000	D	Kirch
47	1682 September 14.8	301.9	51.2	17.7	0.583	18.17	77.5	0.968	R	
48	1683 Juli 12.7	86.5	173.3	83.8	0.553	33.03	190	0.983	R	Flamsteed
49	1684 Juni 8.4	238.9	268.2	65.8	0.960				D	Bianchini
50	1686 September 16.6	77.0	350.6	31.4	0.325				D	
51	1689 November 29.2	269.7	90.4	59.1	0.019				R	Richaud
52	1695 November 9.7	60.0	216.0	22.0	0.844				D	Jacob
53	1698 October 18.7	270.9	267.7	11.8	0.691				R	Lahire
54	1699 Januar 13.4	212.5	321.8	69.3	0.744				R	de Fontenay
55	1701 October 17.4	133.7	298.7	41.6	0.593				R	Pallu
56	1702 März 13.6	138.8	189.0	4.4	0.647				D	Bianchini
57	1706 Januar 30.2	72.6	13.2	55.2	0.427				D	Cassini
58	1707 December 12.0	79.9	52.8	88.6	0.860				D	Manfredi
59	1718 Januar 14.9	121.7	127.9	31.1	1.025				R	Kirch
60	1723 September 27.6	42.9	14.2	50.0	0.999				R	
61	1729 Juni 12.8	320.5	310.6	77.1	4.043				D	P. Sarabat
62	1737 Januar 30.4	325.9	226.4	18.3	0.223				D	
63	1737 Juni 8.3	262.6	123.9	39.2	0.867				D	
64	1739 Juni 17.4	102.6	207.4	55.7	0.674				R	Zanotti
65	1742 Februar 8.6	216.7	185.2	67.5	0.770				R	Grant
66	1743 Januar 10.9	93.0	67.5	2.3	0.838				D	Grischow
67	1743 September 20.9	246.6	5.2	45.8	0.522				R	Klinkenberg
68	1744 März 1.3	197.2	45.8	47.3	0.222				D	Klinkenberg
69	1747 März 3.3	277.0	147.3	79.1	2.199				R	Chéseaux
70	1748 April 28.8	215.4	232.9	85.5	0.840				R	
71	1748 Juni 18.9	278.8	33.1	67.1	0.625				D	Klinkenberg
72	1757 October 21.4	122.6	214.1	12.7	0.339				D	Bradley
73	1758 Juni 11.1	267.6	230.8	68.3	0.215				D	de la Nux
(19)	1759 März 12.6	303.2	53.8	17.6	0.585	18.09	76.9	0.968	R	Palitzsch
74	1759 November 27.1	53.4	139.7	79.0	0.799				D	Messier
75	1759 December 16.5	139.1	79.3	4.7	0.962				R	
	1762 Mai 28.3	104.0	348.6	85.6	1.009				D	Klingenberg

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
76	1763 November 1.9	85°.0	356°.3	72°.6	0.498	109.0	1137	0.995	D	Messier
77	1764 Februar 12.6	15.2	120.1	52.9	0.555				R	Messier
78	1766 Februar 17.4	143.3	244.2	40.8	0.505				R	Messier
79	1766 April 27.0	251.2	74.2	8.0	0.399	2.934	5.025	0.864	D	Helfenrieder
80	1769 October 7.6	144.2	175.1	40.8	0.123	63.46	2090	0.999	D	Messier
81	1770 August 13.5	356.3	132.0	1.6	0.674	3.163	6.626	0.786	D	Messier
82	1770 November 22.2	208.4	108.7	31.4	0.528				R	
83	1771 April 19.2	104.1	27.9	11.3	0.903			1.009	D	Messier
84	1772 Februar 8.0	97.4	263.4	17.6	0.912	2.822	4.741	0.677	D	Montagne
85	1773 September 5.6	75.2	121.1	61.2	1.127				D	Messier
86	1774 August 15.8	317.5	180.7	83.3	1.433			1.028	D	Montagne
87	1779 Januar 4.1	87.2	25.1	32.5	0.713				D	Messier
88	1780 September 30.8	246.4	124.2	53.8	0.099				R	Messier
89	1780 November 28.9	246.9	141.0	72.1	0.515				R	Montagne und Olbers
90	1781 Juli 7.2	239.2	83.0	81.7	0.776				D	Méchain
91	1781 November 29.5	16.1	77.4	27.2	0.961				R	Méchain
92	1783 November 19.9	50.3	55.7	45.1	1.459	3.260	5.888	0.552	D	Pigott
93	1784 Januar 21.2	80.7	56.8	51.2	0.708				R	de la Nux
94	1785 Januar 27.3	109.9	264.2	70.2	1.143				D	Messier und Méchain
95	1785 April 8.4	297.5	64.6	87.5	0.427				R	Méchain
96	1786 Januar 30.9	156.6	334.1	13.6	0.335	2.208	3.281	0.848	D	Méchain
97	1786 Juli 8.6	158.6	195.4	51.0	0.394				D	Karoline Herschel
98	1787 Mai 10.8	7.7	106.9	48.3	0.349				R	Méchain
99	1788 November 10.3	99.1	156.9	12.5	1.063				R	Messier
100	1788 November 20.3	22.8	352.4	64.5	0.757				D	Karoline Herschel
101	1790 Januar 16.8	58.4	172.8	29.7	0.747				R	Karoline Herschel
102	1790 Januar 28.3	111.7	267.1	57.0	1.063				D	Méchain
103	1790 Mai 20.5	275.0	35.2	63.6	0.791				R	Karoline Herschel
104	1792 Januar 13.5	36.3	190.7	39.8	1.293				R	Karoline Herschel
105	1792 December 27.3	135.9	283.2	49.1	0.967				R	Gregory
106	1793 November 4.8	228.7	108.5	60.3	0.403				R	Messier
107	1793 November 19.5	71.6	2.3	51.9	1.504				D	Perny
(96)	1795 December 21.4	156.7	334.7	13.7	0.334	2.213	3.292	0.849	D	Karoline Herschel
108	1796 April 2.8	192.7	17.0	64.9	1.578				R	Olbers
109	1797 Juli 9.1	49.6	329.3	50.6	0.525				R	Bouvard, K. Herschel u. Nic
110	1798 April 4.5	105.1	122.2	43.7	0.485				D	Messier
111	1798 December 31.6	34.5	249.5	42.4	0.780				R	Bouvard
112	1799 September 7.2	3.7	99.5	51.0	0.840				R	Méchain
113	1799 December 25.9	190.3	326.8	77.0	0.626				R	Méchain
114	1801 August 8.6	183.8	44.5	21.3	0.262				R	Pons und Messier
115	1802 September 9.9	332.2	310.3	57.0	1.094				D	Pons
116	1804 Februar 13.6	149.1	176.9	56.9	1.075				D	Pons
(96)	1805 November 21.5	156.8	334.3	13.6	0.340	2.213	3.292	0.846	D	Bouvard, Pons und Hall
(84)	1806 Januar 2.0	109.5	251.3	13.6	0.907	3.567	6.737	0.746	D	Pons
117	1806 December 28.9	97.1	322.4	35.0	1.082			1.010	R	Pons
118	1807 September 18.7	270.9	266.8	63.2	0.646	143.2	1714	0.995	D	Parisi
119	1808 Mai 13.0	69.2	323.0	45.7	0.390				R	Pons
120	1808 Juli 12.2	252.6	24.2	39.3	0.608				R	Pons
121	1810 September 29.1	52.7	310.4	61.2	0.976				D	Pons
122	1811 September 12.3	75.0	140.4	73.0	1.035	211.0	3069	0.995	R	Flaugergues
123	1811 November 11.0	47.5	93.0	31.3	1.582	91.51	875	0.983	D	Pons
124	1812 September 15.3	92.3	253.0	74.0	0.777	17.09	71	0.955	D	Pons
125	1813 März 4.5	69.9	60.8	21.2	0.699				R	Pons
126	1813 Mai 19.5	197.6	42.7	81.1	1.215				R	Pons
127	1815 April 26.0	149.0	83.5	44.5	1.213	17.63	74	0.931	D	Olbers
127a	1816 März 1.4	267.6	323.2	43.1	0.049				D	Pons
127b	1818 Februar 7.4	95.1	250.1	20.0	0.733				D	Pons
128	1818 Februar 26.0	182.8	70.4	89.7	1.198				D	Pons
129	1818 December 5.0	101.8	90.0	63.0	0.855			1.012	R	Pons
(96)	1819 Januar 27.3	157.0	334.6	13.6	0.335	2.214	3.295	0.849	D	Pons
130	1819 Juni 27.7	287.1	273.7	80.8	0.341				D	Tralles
131	1819 Juli 18.9	274.7	113.2	10.7	0.774	3.160	5.618	0.755	D	Pons
132	1819 November 20.3	67.3	77.2	9.0	0.893	2.849	4.810	0.687	D	Blanpain und Pons
133	1821 März 21.5	239.5	48.7	73.6	0.092				R	Nicollet und Pons
134	1822 Mai 5.6	192.7	177.4	53.6	0.504				R	Gambart
(96)	1822 Mai 24.0	157.2	334.4	13.3	0.346	2.224	3.318	0.844	D	
135	1822 Juli 16.0	219.9	97.9	37.7	0.846				R	Pons
136	1822 October 23.8	271.7	92.7	52.7	1.145	309.7	5449	0.996	R	Pons
137	1823 December 9.5	274.6	303.0	76.2	0.226				R	Köhler
138	1824 Juli 11.5	260.3	234.3	54.6	0.591				R	Rümker
139	1824 September 29.1	4.5	279.3	54.6	1.050				D	Scheithauer
140	1825 Mai 30.6	273.9	20.1	56.7	0.890				R	Gambart
141	1825 August 18.4	9.8	193.1	88.5	0.883				D	Pons
(96)	1825 September 16.3	157.2	334.5	13.4	0.345	2.223	3.315	0.845	D	
142	1825 December 10.7	318.8	215.7	33.5	1.241	267.9	4386	0.995	R	Pons
(84)	1826 März 18.4	109.8	251.5	13.6	0.903	3.561	6.720	0.747	D	Biela
143	1826 April 21.9	117.0	197.6	40.0	2.008				D	Pons
144	1826 April 29.0	35.8	40.5	5.3	0.188				R	Flaugergues
145	1826 October 9.0	57.8	44.1	26.0	0.853				D	Pons
146	1826 November 18.3	315.5	235.1	89.4	0.027				R	Pons
147	1827 Februar 4.9	33.5	184.5	77.6	0.507				R	Pons
148	1827 Juni 7.8	297.5	318.2	43.6	0.808				R	Pons und Gambart
149	1827 September 11.7	251.0	149.7	54.1	0.138	189.6	2611	0.999	R	Pons
(96)	1829 Januar 9.8	157.3	334.5	13.3	0.346	2.224	3.316	0.845	D	
150	1830 April 9.3	212.2	206.4	21.3	0.921				D	d'Abbadie
151	1830 December 27.7	311.0	337.9	44.8	0.126				R	Herapath
(96)	1832 Mai 4.0	157.4	334.5	13.4	0.343	2.222	3.312	0.845	D	
152	1832 September 25.5	227.9	72.4	43.3	1.184				R	Gambart
(84)	1832 November 26.1	109.9	248.2	13.2	0.879	3.537	6.652	0.751	D	
153	1833 September 10.2	222.9	323.2	7.3	0.459				D	Dunlop
154	1834 April 2.7	276.6	226.8	5.9	0.515				D	Gambart
155	1835 März 27.6	207.7	58.3	9.1	2.041				R	Boguslawski
(96)	1835 August 26.4	157.4	334.6	13.4	0.344	2.223	3.314	0.845	D	
(19)	1835 November 15.2	64.5	55.2	17.8	0.587	17.99	76.29	0.967	R	
(96)	1838 December 19.0	157.5	334.6	13.4	0.344	2.222	3.313	0.845	D	
156	1840 Januar 4.4	[illegible]	120.0	53.1	0.618			1.000	D	Galle

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufſteigenden Knotens.	Neigung.	Perihelſtanz.	Halbe große Achſe.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
157	1840 März 13.0	80°.3	236°.8	59°.2	1.221	577.1	13864	0.998	R	Galle
158	1840 April 2.5	324.2	186.0	79.9	0.748				D	Galle
159	1840 November 13.7	22.5	248.9	58.0	1.481	49.12	344	0.970	D	Bremiker
(96)	1842 April 12.0	157.5	334.7	13.3	0.345	2.223	3.314	0.845	D	
160	1842 December 16.0	327.3	207.8	73.6	0.504				R	Laugier
161	1843 Februar 27.4	278.7	1.2	35.7	0.006	65.71	533	1.000	R	
162	1843 Mai 6.0	281.5	157.2	52.7	1.616				D	Mauvais
163	1843 October 17.2	49.6	209.5	11.4	1.693	3.812	7.442	0.556	D	Faye
164	1844 September 2.5	342.5	63.8	2.9	1.186	3.100	5.459	0.617	D	de Vico
165	1844 October 17.4	180.4	31.7	48.6	0.855				R	Mauvais
166	1844 December 13.7	296.0	118.3	45.6	0.252			1.000	D	
167	1845 Januar 8.2	91.3	336.7	46.8	0.905				D	d'Arreſt
168	1845 April 21.0	192.6	347.1	56.4	1.255				D	de Vico
169	1845 Juni 5.7	262.0	337.8	48.7	0.402	39.66	249.8	0.990	R	Colla
(96)	1845 August 9.6	157.7	334.3	13.1	0.338	2.216	3.300	0.847	D	
170	1846 Januar 22.1	89.1	111.1	47.4	1.481	194.9	2721	0.992	D	de Vico
(96) A	1846 Februar 11.0	109.0	245.9	12.6	0.856	3.520	6.603	0.757	D	
(96) B	1846 Februar 11.1	109.0	245.9	12.6	0.856	3.519	6.601	0.757	D	
171	1846 Februar 25.4	116.5	102.7	30.9	0.650	3.146	5.581	0.793	D	Brorſen
172	1846 März 5.6	90.5	77.6	85.1	0.664	17.58	73.7	0.962	D	de Vico
173	1846 Mai 27.9	82.5	161.3	57.6	1.376				R	de Vico und Hind
174	1846 Juni 1.1	239.8	260.2	31.0	1.538	6.321	15.89	0.757	D	C. H. F. Peters
175	1846 Juni 5.5	162.1	261.9	29.3	0.634	62.99	500	0.990	R	Brorſen
176	1846 October 29.9	98.8	4.6	49.7	0.829	123	1390	0.993	D	de Vico
177	1847 März 30.3	276.0	21.7	48.6	0.043	489	10818	1.000	D	Hind
178	1847 Juni 4.7	141.6	174.0	79.6	2.115				R	Colla
179	1847 August 9.4	246.7	338.3	83.5	1.767			0.999	R	Mauvais
180	1847 August 9.4	21.3	76.7	32.6	1.485				R	Schweizer
181	1847 September 9.5	79.2	309.8	19.1	0.488	17.8	75	0.973	D	Brorſen
182	1847 November 14.4	274.2	190.8	71.8	0.329			1.000	R	Miß Mitchell
183	1848 September 8.1	310.6	211.5	84.4	0.320				R	Peterſen
(96)	1848 November 26.1	157.8	334.4	13.1	0.337	2.215	3.296	0.848	D	
184	1849 Januar 19.4	63.2	215.2	85.0	0.960				D	Peterſen
185	1849 Mai 26.5	235.7	202.5	67.2	1.159				D	Goujon
186	1849 Juni 8.2	267.1	30.5	66.9	0.894	412	8375	0.998	D	Schweizer
187	1850 Juli 23.5	273.4	92.9	68.2	1.081	940	28800	0.999	D	Peterſen
188	1850 October 19.3	89.2	206.0	40.1	0.565				D	Bond
(163)	1851 April 1.8	49.7	209.5	11.4	1.700	3.819	7.462	0.555	D	
189	1851 Juli 8.7	322.9	148.4	13.9	1.173	3.444	6.390	0.659	D	d'Arreſt
190	1851 August 26.2	311.0	223.7	38.2	0.984	313	5550	0.997	D	Brorſen
191	1851 September 30.8	338.8	44.4	74.0	0.141				D	Brorſen
(96)	1852 März 14.7	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.297	0.848	D	
192	1852 April 20.6	278.7	317.5	49.2	0.913			1.053	R	Chacornac
(96) A	1852 September 23.7	109.1	245.9	12.6	0.861	3.526	6.621	0.756	D	
(96) B	1852 September 23.1	109.1	245.9	12.6	0.861	3.525	6.619	0.756	D	
193	1852 October 12.8	43.2	346.2	40.9	1.250	15.44	60.7	0.919	D	Weſtphal
194	1853 Februar 24.0	153.7	69.6	20.3	1.092				R	Secchi
195	1853 Mai 9.8	201.7	41.0	57.8	0.909	85.1	785	0.989	R	Schweizer
196	1853 September 1.7	310.9	140.5	61.5	0.307				D	Klinkerfues
197	1853 October 16.6	302.2	220.1	61.0	0.173			1.001	R	Bruhns
198	1854 Januar 3.9	56.1	227.0	66.1	2.045				R	van Arsdale
199	1854 März 24.0	213.8	315.5	82.5	0.277				R	
200	1854 Juni 22.0	273.1	347.7	71.3	0.648				R	Klinkerfues
201	1854 October 27.5	94.4	324.5	40.9	0.799	119.6	1309	0.993	D	Klinkerfues
202	1854 December 15.7	165.2	238.1	14.1	1.358	99.8	997	0.986	D	Winnecke und Dien
203	1855 Februar 5.1	226.6	189.7	51.4	2.194	63	500	0.965	R	Schweizer
204	1855 Mai 30.2	237.7	260.3	23.1	0.567				R	Donati
(96)	1855 Juli 1.2	157.9	334.4	13.1	0.337	2.215	3.295	0.848	D	
205	1855 November 25.4	86.0	51.6	10.2	1.231				R	Bruhns
206	1857 März 21.4	74.7	313.2	87.9	0.772				D	d'Arreſt
(171)	1857 März 29.2	115.7	101.8	29.8	0.621	3.139	5.562	0.802	D	Bruhns
207	1857 Juli 18.0	249.6	23.7	59.0	0.367	367	7040	0.999	R	Klinkerfues
208	1857 August 24.0	21.8	200.8	32.8	0.747	38.05	235	0.980	D	C. H. F. Peters
209	1857 September 30.9	250.1	15.0	56.1	0.563	182	2463	0.997	R	Klinkerfues
210	1857 November 19.1	44.2	139.3	37.8	1.009	335	6143	0.997	R	Donati und van Arsdale
(189)	1857 November 28.2	323.1	148.5	13.9	1.170	3.440	6.380	0.660	D	
(102)	1858 Februar 23.5	115.9	269.1	54.4	1.025	5.726	13.70	0.821	D	Tuttle
(131)	1858 März 2.0	275.7	113.6	10.8	0.769	3.139	5.560	0.755	D	Winnecke
211	1858 Mai 2.3	196.0	170.7	23.0	1.210				D	Tuttle
212	1858 Juni 5.3	226.1	325.0	80.0	0.554				R	Bruhns
(163)	1858 September 12.9	49.8	209.7	11.4	1.694	3.813	7.445	0.556	D	
213	1858 September 30.0	36.2	165.3	63.0	0.578	152.3	1880	0.996	R	Donati
214	1858 October 12.8	4.2	159.8	21.3	1.427	330	6000	0.996	R	Tuttle
(96)	1858 October 18.4	158.0	334.5	13.1	0.341	2.218	3.304	0.846	D	
215	1859 Mai 29.2	75.3	357.3	84.5	0.201				R	Tempel
216	1860 Februar 16.7	173.8	324.1	79.6	1.197				D	Liais
217	1860 März 5.6	50.1	8.9	48.2	1.307				D	Rümker
218	1860 Juni 16.1	161.5	84.7	79.3	0.293				D	
219	1860 September 28.3	112.0	104.2	28.2	0.954				R	Tempel
220	1861 Juni 3.4	243.4	29.9	79.8	0.921	55.68	415	0.983	D	Thatcher
221	1861 Juni 11.5	249.1	279.0	85.4	0.822	56.1	420	0.985	D	Tebbutt
222	1861 December 7.2	173.5	145.1	42.0	0.839				R	Tuttle
(96)	1862 Februar 6.2	158.0	334.5	13.1	0.340	2.217	3.302	0.847	D	
223	1862 Juni 22.0	299.3	326.5	7.9	0.981				R	Schmidt und Tempel
224	1862 August 22.9	344.7	137.4	66.4	0.963	24.55	124	0.961	R	Tuttle
225	1862 December 28.2	125.2	355.7	42.4	0.803				R	Respighi
226	1863 Februar 3.5	191.4	116.9	85.4	0.795				D	Bruhns
227	1863 April 4.9	247.3	251.3	67.4	1.068				R	Klinkerfues
228	1863 April 20.9	305.8	250.2	85.5	0.629				D	Respighi
229	1863 November 9.5	94.7	97.5	78.1	0.707				D	Tempel
230	1863 December 27.8	60.4	304.7	64.5	0.772				D	Respighi
231	1863 December 29.2	183.1	105.0	83.3	1.313				D	Bäker
232	1864 Juli 27.7	185.5	174.9	45.0	0.664				R	Donati
233	1864 August 15.6	304.2	95.2	1.9	0.909				R	Tempel
234	1864 October 11.3	159.5	31.7	70.2	0.934				R	Donati und Touſſaint
235	1864 December 22.5	231.7	203.2	48.9	0.771				D	Bäker

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
76	1763 November 1.9	85°.0	356°.3	72°.6	0.498	109.0	1137	0.995	D R	Messier
77	1764 Februar 12.6	15.2	120.1	52.9	0.555				R	Messier
78	1766 Februar 17.4	143.3	244.2	40.8	0.505				R	Messier
79	1766 April 27.0	251.2	74.2	8.0	0.399	2.934	5.025	0.864	D	Helfenzrieder
80	1769 October 7.6	144.2	175.1	40.8	0.123	63.46	2090	0.999	D	Messier
81	1770 August 13.5	356.3	132.0	1.6	0.674	3.163	6.626	0.786	D	Messier
82	1770 November 22.2	208.4	108.7	31.4	0.528				R	
83	1771 April 19.2	104.1	27.9	11.3	0.903			1.009	D	Messier
84	1772 Februar 8.0	97.4	263.4	17.6	0.912	2.822	4.741	0.677	D	Montagne
85	1773 September 5.6	75.2	121.1	61.2	1.127				D	Messier
86	1774 August 15.8	317.5	180.7	83.3	1.433			1.028	D	Montagne
87	1779 Januar 4.1	87.2	25.1	32.5	0.713				D	Messier
88	1780 September 30.8	246.4	124.2	53.8	0.099				R	Messier
89	1780 November 28.9	246.9	141.0	72.1	0.515				R	Montagne und
90	1781 Juli 7.2	239.2	83.0	81.7	0.776				R	Méchain
91	1781 November 29.5	16.1	77.4	27.2	0.961				R	Méchain
92	1783 November 19.9	50.3	55.7	45.1	1.459	3.260	5.888	0.552	R	Pigott
93	1784 Januar 21.2	80.7	56.8	51.2	0.708				R	de la Nux
94	1785 Januar 27.3	109.9	264.2	70.2	1.143				D	Messier und
95	1785 April 8.4	297.5	64.6	87.5	0.427				R	Méchain
96	1786 Januar 30.9	156.6	334.1	13.6	0.335	2.208	3.281	0.848	D	Méchain
97	1786 Juli 8.6	158.6	195.4	51.0	0.394				D	Karoline Herschel
98	1787 Mai 10.8	7.7	106.9	48.3	0.349				R	Méchain
99	1788 November 10.3	99.1	156.9	12.5	1.063				R	Messier
100	1788 November 20.3	22.8	352.4	64.5	0.757				D	Karoline Herschel
101	1790 Januar 16.8	58.4	172.8	29.7	0.747				D	Karoline Herschel
102	1790 Januar 28.3	111.7	267.1	57.0	1.063				D	Méchain
103	1790 Mai 20.5	275.0	35.2	63.6	0.791				R	Karoline Herschel
104	1792 Januar 13.5	36.3	190.7	39.8	1.293				R	Karoline Herschel
105	1792 December 27.3	135.9	283.2	49.1	0.967				R	Gregory
106	1793 November 4.8	228.7	108.5	60.3	0.403				R	Messier
107	1793 November 19.5	71.6	2.3	51.9	1.504				D	Pernty
(96)	1795 December 21.4	156.7	334.7	13.7	0.334	2.213	3.292	0.849	D	Karoline Herschel
108	1796 April 2.8	192.7	17.0	64.9	1.578				R	Olbers
109	1797 Juli 9.1	49.6	329.3	50.6	0.525				R	Bouvard, K. Herschel
110	1798 April 4.5	105.1	122.2	43.7	0.485				R	Messier
111	1798 December 31.6	34.5	249.5	42.4	0.780				R	Bouvard
112	1799 September 7.2	3.7	99.5	51.0	0.840				R	Méchain
113	1799 December 25.9	190.3	326.8	77.0	0.626				R	Méchain
114	1801 August 8.6	183.8	44.5	21.3	0.262				R	Pons und Wisniewski
115	1802 September 9.9	332.2	310.3	57.0	1.094				D	Pons
116	1804 Februar 13.6	149.1	176.9	56.9	1.075				D	Pons
(96)	1805 November 21.5	156.8	334.3	13.6	0.340	2.213	3.292	0.846	D	Bouvard, Pons
(84)	1806 Januar 2.0	109.5	251.3	13.6	0.907	3.567	6.737	0.746	D	Pons
117	1806 December 28.9	97.1	322.4	35.0	1.082			1.010	R	Pons
118	1807 September 18.7	270.9	266.8	63.2	0.646	143.2	1714	0.995	D	Parisi
119	1808 Mai 13.0	69.2	323.0	45.7	0.390				R	Pons
120	1808 Juli 12.2	252.6	24.2	39.3	0.608				R	Pons
121	1810 September 29.1	52.7	310.4	61.2	0.976				R	Pons
122	1811 September 12.3	75.0	140.4	73.0	1.035	211.0	3069	0.995	R	Flaugergues
123	1811 November 11.0	47.5	93.0	31.3	1.582	91.51	875	0.983	D	Pons
124	1812 September 15.3	92.3	253.0	74.0	0.777	17.09	71	0.955	D	Pons
125	1813 März 4.5	69.9	60.8	21.2	0.699				D	Pons
126	1813 Mai 19.5	197.6	42.7	81.1	1.215				R	Pons
127	1815 April 26.0	149.0	83.5	44.5	1.213	17.63	74	0.931	D	Olbers
127a	1816 März 1.4	267.6	323.2	43.1	0.049				D	Pons
127b	1818 Februar 7.4	95.1	250.1	20.0	0.733				D	Pons
128	1818 Februar 26.0	182.8	70.4	89.7	1.198				D	Pons
129	1818 December 5.0	101.8	90.0	63.0	0.855			1.012	R	Pons
(96)	1819 Januar 27.3	157.0	334.6	13.6	0.335	2.214	3.295	0.849	D	Pons
130	1819 Juni 27.7	287.1	273.7	80.8	0.341				D	Tralles
131	1819 Juli 18.9	274.7	113.2	10.7	0.774	3.160	5.618	0.755	D	Pons
132	1819 November 20.3	67.3	77.2	9.0	0.893	2.849	4.810	0.687	D	Blanpain und
133	1821 März 21.5	239.5	48.7	73.6	0.092				R	Nicollet und
134	1822 Mai 5.6	192.7	177.4	53.6	0.504				R	Gambart
(96)	1822 Mai 24.0	157.2	334.4	13.3	0.346	2.224	3.318	0.844	D	
135	1822 Juli 16.0	219.9	97.9	37.7	0.846				R	
136	1822 October 23.8	271.7	92.7	52.7	1.145	309.7	5449	0.996	R	Pons
137	1823 December 9.5	274.6	303.0	76.2	0.226				R	Pons
138	1824 Juli 11.5	260.3	234.3	54.6	0.591				R	Rödler
139	1824 September 29.1	4.5	279.3	54.6	1.050				R	Rümker
140	1825 Mai 30.6	273.9	20.1	56.7	0.890				R	Scheitzhaus
141	1825 August 18.4	9.8	193.1	88.5	0.883				R	Gambart
(96)	1825 September 16.3	157.2	334.5	13.4	0.345	2.223	3.315	0.845	D	Pons
142	1825 December 10.7	318.8	215.7	33.5	1.241	267.9	4386	0.995	D	
(84)	1826 März 18.4	109.8	251.5	13.6	0.903	3.561	6.720	0.747	D	Pons
143	1826 April 21.9	117.0	197.6	40.0	2.008					
144	1826 April 29.0	35.8	40.5	5.3	0.188					
145	1826 October 9.0	57.8	44.1	26.0	0.853					
146	1826 November 18.3	315.5	235.1	89.4	0.027					
147	1827 Februar 4.9	33.5	184.5	77.6	0.507					
148	1827 Juni 7.8	297.5	318.2	43.6	0.808					
149	1827 September 11.7	251.0	149.7	54.1	0.138					
(96)	1829 Januar 9.8	157.3	334.5	13.3	0.346					
150	1830 April 9.3	212.2	206.4	21.3	0.9					
151	1830 December 27.7	311.0	337.9	44.8	0					
(96)	1832 Mai 4.0	157.4	334.5	13.4						
152	1832 September 25.5	227.9	72.4	43.3						
(84)	1832 November 26.1	109.9	248.2	13.2						
153	1833 September 10.2	222.9	323.2	7.3						
154	1834 April 2.7	276.6	226.8	5.9						
155	1835 März 27.6	207.7	58.3							
(96)	1835 August 26.4	157.4	334.6							
(19)	1835 November 15.9	304.5	55.2							
(96)	1838 December 19.0	157.5	334.6							
156	1840 Januar 4.4	192.2	120.0							

Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihel-distanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
1840 März 13.0	80°.3	236°.8	59°.2	1.221	577.1	13864	0.998	R	Galle
1840 April 2.5	324.2	186.0	79.9	0.748				D	Galle
1840 November 13.7	22.5	248.9	58.0	1.481	49.12	344	0.970	D	Bremiker
1842 April 12.0	157.5	334.7	13.3	0.345	2.223	3.314	0.845	D	
1842 December 16.0	327.3	207.8	73.6	0.504				R	Laugier
1843 Februar 27.4	278.7	1.2	35.7	0.006	65.71	533	1.000	R	
1843 Mai 6.0	281.5	157.2	52.7	1.616				D	Mauvais
1843 October 17.2	49.6	209.5	11.4	1.693	3.812	7.442	0.556	D	Faye
1844 September 2.5	342.5	63.8	2.9	1.186	3.100	5.459	0.617	D	de Vico
1844 October 17.4	180.4	31.7	48.6	0.855				R	Mauvais
1844 December 13.7	296.0	118.3	45.6	0.252			1.000	D	
1845 Januar 8.2	91.3	336.7	46.8	0.905				D	d'Arrest
1845 April 21.0	192.6	347.1	56.4	1.255				D	de Vico
1845 Juni 5.7	262.0	337.8	48.7	0.402	39.66	249.8	0.990	R	Colla
1845 August 9.6	157.7	334.3	13.1	0.338	2.216	3.300	0.847	D	
1846 Januar 22.1	89.1	111.1	47.4	1.481	194.9	2721	0.992	D	de Vico
1846 Februar 11.0	109.0	245.9	12.6	0.856	3.520	6.603	0.757	D	
1846 Februar 11.1	109.0	245.9	12.6	0.856	3.519	6.601	0.757	D	
1846 Februar 25.4	116.5	102.7	30.9	0.650	3.146	5.581	0.793	D	
1846 März 5.6	90.5	77.6	85.1	0.664	17.58	73.7	0.962	D	Brorsen
1846 Mai 27.9	82.5	161.3	57.6	1.376				D	de Vico
1846 Juni 1.1	239.8	260.2	31.0	1.538	6.321	15.89	0.757	R	de Vico und Hind
1846 Juni 5.5	162.1	261.9	29.3	0.634	62.99	500	0.990	D	C. H. F. Peters
1846 October 29.9	98.8	4.6	49.7	0.829	123	1380	0.993	R	Brorsen
1847 März 30.3	276.0	21.7	48.6	0.043	489	10815	1.000	D	de Vico
1847 Juni 4.7	141.6	174.0	79.6	2.115				D	Hind
1847 August 9.4	246.7	338.3	83.5	1.767					
1847 August 9.4	21.3	76.7	32.6	1.485					
1847 September 9.5	79.2	309.8	19.1	0.488	17.8	75			
1847 November 14.4	274.2	190.8	71.8	0.329					
1848 September 8.1	310.6	211.5	84.4	0.320					
1848 November 26.1	157.8	334.4	13.1	0.337	2.215	3.256			
1849 Januar 19.4	63.2	215.2	85.0	0.960					
1849 Mai 26.5	235.7	202.5	67.2	1.159					
1849 Juni 8.2	267.1	30.5	66.9	0.894	412				
1850 Juli 23.5	273.4	92.9	68.2	1.081	940				
1850 October 19.3	89.2	206.0	40.1	0.565					
1851 April 1.8	49.7	209.5	11.4	1.700					
1851 Juli 8.7	322.9	148.4	13.9	1.173					
1851 August 26.2	311.0	223.7	38.2	0.984					
1851 September 30.8	338.8	44.4	74.0	0.141					
1852 März 14.7	157.9	334.4	13.1	0.337					
1852 April 20.6	278.7	317.5	49.2	0.913					
1852 September 23.7	109.1	245.9	12.6	0.861					
1852 September 23.1	109.1	245.9	12.6	0.861					
1852 October 12.8	43.2	346.2	40.9	1.250					
1853 Februar 24.0	153.7	69.6	20.3	1.002					
1853 Mai 9.8	201.7	41.0	57.8	0.969					
1853 September 1.7	310.9	140.5	61.5	0.307					
1853 October 16.6	302.2	220.1	61.0	0.173					
1854 Januar 3.9	56.1	227.0	66.1	2.045					
1854 März 24.0	213.8	315.5	82.5	0.577					
1854 Juni 22.0	273.1	347.7	71.3	0.560					
1854 October 27.5	94.4	324.5	40.9	0.799					
1854 December 15.7	165.2	238.1	14.1	1.250					
1855 Februar 5.1	226.6	189.7	51.4	2.134					
1855 Mai 30.2	237.7	260.3	22.1	0.847					
1855 Juli 1.2	157.9	334.4	13.1	0.337					
1855 November 25.4	86.0	51.6	10.2	1.131					
1857 März 21.4	74.7	313.2	87.9	0.772					
1857 März 29.2	115.7	101.8	29.6	0.651					
1857 Juli 18.0	249.6	23.7	39.3	0.957					
1857 August 24.0	21.8	200.3	32.5	0.577					
1857 September 30.9	250.1	15.0	56.1	0.997					
1857 November 19.1	44.2	139.3	37.3	0.997					
1857 November 28.2	323.1	148.5	22.9	0.997					
1858 Februar 23.5	115.9	269.1	54.4	1.251					
1858 Mai 2.0	271.7	112.6	80.0	0.556					
1858 Mai 2.3			80.0						
1858 Juni 5.3			80.0						
1858 September 12.9			57.7						
1858 September 30.0			57.7						
1858 October 12.8			57.7						
1858 October 18.4			57.7						
1859 Mai 29.2			57.7						
1860 Februar 16.7			57.7						
1860 März 5.6			57.7						
1860 Juni			57.7						
1860			57.7						
1861			57.7						
			57.7						

Nummer.	Jahr, Tag.	Länge des Perihels.	Länge des aufsteigenden Knotens.	Neigung.	Perihelbistanz.	Halbe große Achse.	Umlaufszeit in Jahren.	Excentricität.	Bewegung.	Name des Entdeckers.
236	1864 December 27.7	162°.4	340°.9	17°.1	1.115				R	Bruhns
237	1865 Januar 14.3	141.3	253.1	87.5	0.026				R	
238	1866 Januar 11.2	60.5	231.4	17.3	0.977	10.32	33.18	0.905	R	Tempel
239	1867 Januar 19.9	75.9	78.6	18.2	1.574	10.42	33.62	0.849	D	Coggia
240	1867 Mai 23.8	236.0	101.2	6.4	1.174	3.173	5.652	0.862	D	Tempel
241	1867 November 7.0	276.4	65.0	83.4	0.330				R	Bäker
(171)	1868 April 17.4	116.0	101.2	29.4	0.625	3.110	5.484	0.808	D	
242	1868 Juni 26.0	287.1	53.7	48.2	0.582				R	Winnecke
(96)	1868 September 15.0	158.2	334.6	13.1	0.334	2.212	3.289	0.849	D	
(131)	1869 Juni 30.0	275.9	113.6	10.8	0.788	3.151	5.599	0.750	D	
243	1869 October 10.0	123.2	311.5	68.3	1.231				R	Tempel
244	1869 November 20.9	41.3	292.7	6.9	1.103				D	Tempel
245	1870 Juli 13.9	303.4	141.5	58.1	1.007				R	Winnecke
246	1870 September 2.2	18.0	12.9	80.7	1.817				R	Coggia
(189)	1870 September 23.6	318.7	146.4	15.7	1.280	3.507	6.57	0.635	D	
247	1870 December 19.9	4.1	94.7	32.7	0.389				R	Winnecke

Auf Taf. 7 sind einige Kometen dargestellt, Fig. 11 zeigt den schönen Donati'schen Kometen von 1858, wie er dem bloßen Auge am 5. October erschien, der Stern neben dem Kern ist Arktur oder α Bootis, der gekrümmte Hauptschweif wird um so breiter, je entfernter man vom Kern geht, aber auch um so schwächer; die beiden schwachen oben erwähnten Nebenschweife waren nur bei aufmerksamer Betrachtung zu erkennen.

Fig. 12 zeigt denselben Kometen im Fernrohr am 2. October; von dem kleinen glänzenden Kern ist die Ausstrahlung und um diese mehrere Lichtsectoren zu erkennen, durch den Schweif geht in der Mitte eine dunkle schwarze Linie, die den Schweif spaltet. Selbiger ist in der Nähe des Kerns noch an beiden Rändern nahe gleich hell und die Ungleichheit in der Helligkeit tritt erst entfernter vom Kern auf.

Fig. 13 stellt den Halley'schen Kometen, wie er am 28. October 1835 mit bloßem Auge gesehen wurde, dar; der Kern ist umgeben von einer Nebelhülle, der Schweif nahe überall gleich breit und schnell schwächer werdend, je mehr man sich vom Kern entfernt.

Fig. 14 zeigt den brillanten Kometen vom Jahre 1811, wie er am 10. September gezeichnet wurde, der Kern ist sehr hell und ziemlich groß, der Schweif hat glänzende Ränder und in der Mitte eine dunkle Linie, und breitet sich je entfernter vom Kern immer mehr und nach beiden Seiten gleichförmig aus, während er bei dem Kometen von 1858 an einer Seite convex, an der andern concav war.

e) Die Sternschnuppen, Meteorschwärme, Feuerkugeln.

Die Erscheinungen dieser Körper sind bekannt, und wer den Himmel nur einigermaßen aufmerksam beobachtet hat, wird oft auch das plötzlich an einer Stelle des Himmels erscheinende Aufblitzen eines Lichtschimmers, welcher mit großer Geschwindigkeit vertical oder in schräger Richtung vom Himmel zur Erde herabfällt, selten in umgekehrter Richtung, und nach wenigen Secunden in geringerer oder größerer Höhe verschwindet, wahrgenommen haben. In der Regel sieht man diese Erscheinungen abends oder nachts, und nur in einigen Fällen hat man bei bedecktem Himmel oder bei ganz heiterer Luft am Tage Meteore gesehen.

Sternschnuppen, Feuerkugeln, Aërolithen sind dem Anscheine nach ähnliche Körper, die sich nur durch ihre Größe, vielleicht auch etwas durch ihre chemische Zusammensetzung unterscheiden. Am zahlreichsten sind die Sternschnuppen, und die mittlere Höhe derselben wird zu etwa 15 Meilen angenommen, ihre Geschwindigkeit beträgt im Durchschnitt 6 Meilen in der Secunde, und schwankt zwischen 3 und 24 Meilen.

Aus der Häufigkeit, mit der man sie sieht, hat man geschlossen, daß innerhalb 24 Stunden sich auf unserer ganzen Erde für gewöhnlich nicht weniger als 7½ Millionen zeigen, und ausnahmsweise ist die Zahl so groß gewesen, daß die Meteore wie Schneeflocken den ganzen Himmel durchzogen haben. Berühmt ist der Sternschnuppenfall, welchen am 12. November 1799 in Amerika Humboldt und Bonpland sahen und von dem ersterer constatirt hat, daß er gleichzeitig auf einem Flächenraum von 921000 Quadratmeilen wahrgenommen ist. Am 12. November 1833 fielen die Sternschnuppen wieder so dicht, daß nach einer Schätzung Arago's während drei Stunden an einem Beobachtungsorte wenigstens ¼ Million gesehen wurde. In der Nacht vom 13. auf den 14. November 1866 und 1867 wiederholten sich solche Sternschnuppenfälle, und die geahnte Periode von 33¼ Jahren der Wiederkehr des Sternschnuppenschwarms wurde dadurch vollständig sicher.

Aus der Wiederkehr der Erscheinung in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren hat man geschlossen, daß der Schwarm viele Millionen Meilen lang und eine Bahn haben muß, deren Perihel in die Nähe unserer Erde fällt und deren Aphel an die Uranusbahn hingeht; die Bahn dieses Schwarms ist also eine langgestreckte Ellipse. Da der Punkt am Himmel, aus welchem die einzelnen Sternschnuppen herzukommen schienen, im Sternbilde des Löwen liegt, hat man diesen Schwarm die Leoniden genannt. Ein anderer Schwarm, den wir im August am 10., sehen und der aus dem Sternbilde des Perseus kommt, heißt die Perseiden, und nach der Rechnung muß dieser Schwarm 2300 Mill. Meilen Länge und 1 Mill. Meilen Breite haben. Andere Schwärme sind im April und andern Monaten sichtbar und höchstwahrscheinlich sind eine große Menge solcher Schwärme in unserm Sonnensystem vorhanden.

Da die Bahnen, welche man berechnete, mit den Bahnen einzelner Kometen, z. B. die des Novemberschwarms mit dem Kometen I 1866, die des Augustschwarms mit dem Kometen III 1862, nahe übereinstimmten, hat man auch die Ansicht aufgestellt, daß die Sternschnuppenschwärme nichts anderes als der noch vorhandene Rest von Kometen sind, aus denen sich die Sternschnuppenschwärme gebildet haben.

Die Spectra der Meteorkerne — man unterscheidet Kern und Schweif — sind meistens continuirliche, in denen man mit Ausnahme des Violett alle Farben des Sonnenspectrums sieht, in einzelnen Fällen herrscht jedoch in dem Spectrum das Gelb vor, und unter andern ist bei den Augustmeteoren die gelbe Linie im intensiven Glanze, während bei den Novembermeteoren der vor-

herrschende Charakter des Spectrums im Blau, Grün und Stahlgrau liegt und homogen zu sein scheint. Auch die gelbe Linie, welche die Schweife der Augustmeteore zeigen, fehlt in denen der Novembermeteore, und daher ist wol in der chemischen Zusammensetzung der Leoniden und Perseiden ein Unterschied, während die Kerne bei beiden den glühenden festen Körper gemeinsam zu haben scheinen. Aus dem Wenigen aber, was wir wissen, geht hervor, daß die Sternschnuppenschwärme kosmischen Ursprungs sind und entweder aus dem fernen Weltraum als sporadische Erscheinungen in hyperbolischen oder parabolischen Bahnen zu uns kommen oder sich in geschlossenen Bahnen bewegen, die, durch die Anziehungskraft der Sonne und der größern Planeten entstanden und ähnlich den Bahnen der periodischen Kometen, langgestreckte Ellipsen sind, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

III. Die physische Astronomie.

Unter die allgemeinen Eigenschaften, welche wir allen Körpern zuschreiben, z. B. Größe, Gestalt, Undurchdringlichkeit, gehört auch die Veränderung ihres Ortes im Raume, welche wir die Bewegung nennen und vermöge welcher die Körper sich näher kommen oder sich voneinander entfernen. Die Ursache der Bewegung und die Wirkung, welche die Körper gegenseitig aufeinander ausüben, nennen wir Kraft, ohne bisjetzt zu wissen, was die Kraft eigentlich ist.

Die zwischen den kleinsten Atomen eines und desselben Körpers wirkende Kraft, deren Wirkungskreis sehr beschränkt ist und die den Zusammenhang, die Festigkeit und die Dichte dieser Körper erzeugt, nennen wir Molecularkraft oder Molecularanziehung, dagegen diejenige Kraft, welche hervorbringt, daß ein Körper auf den andern in großer Entfernung wirkt und die Bewegung der Körper um- und gegeneinander hervorbringt, heißt die allgemeine Attraction, die allgemeine Schwere oder die Gravitation.

Eine Folge der Gravitation unserer Erde ist unter anderm auch der freie Fall der Körper, und dieser freie Fall soll Newton auf den Gedanken gebracht haben, zu untersuchen, ob nicht dieselbe Kraft, welche die Körper zur Erde zieht, auch den Mond anzieht und die Bewegung des Mondes um die Erde mit hervorbringt. Der Mond müßte nämlich, wenn er nicht von der Erde angezogen würde, in der letzten Richtung seiner Bewegung fortgehen und sich infolge dessen immer weiter von der Erde entfernen, vermöge der Anziehungskraft aber nähert er sich wie jeder freifallender Körper der Erde, und aus den beiden gleichzeitigen Bewegungen der Tangential- und Radialbewegung entsteht die zusammengesetzte, vermöge welcher er eine geschlossene Bahn um die Erde beschreibt.

Durch Vergleichung der Fallgeschwindigkeit der Körper auf der Erde und der des Mondes zur Erde fand Newton die erstere etwa 3600mal größer als die letztere und da der Mond 60mal soweit entfernt ist als der Erdhalbmesser beträgt und 3600 das Quadrat von 60 ist, schloß er daraus, daß die Anziehungskraft mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

Schon 1666 war Newton diesem wichtigen Resultat sehr nahe gewesen, er hatte aber für den Durchmesser der Erde einen falschen Werth zu Grunde gelegt und die Abweichung der berechneten Fallgeschwindigkeit des Mondes von der beobachteten betrug den siebenten Theil des Werthes, welche Abweichung ihn veranlaßte, die Untersuchung aufzugeben. Erst als er im Jahre 1682 die aus der Gradmessung von Picard gefundenen Dimensionen der Erde richtig erhielt, rechnete er von neuem, fand die vollständige Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung und gelangte zu der Entdeckung dieses wichtigen Gesetzes. Weitere Nachforschungen führten Newton auf die Erweiterung des Gesetzes dahin, daß sich die Himmelskörper auch gegenseitig im Verhältniß ihrer Massen anziehen, und der Satz:

Die Anziehung eines jeden Körpers ist gleich seiner Masse, dividirt durch das Quadrat seiner Entfernung, ist der Fundamentalsatz der physischen Astronomie.

Seine Entdeckungen legte Newton in einem Buche: „Principia philosophia naturalis mathematica", 1686 nieder und aus dem Attractionsgesetze lassen sich, zuerst wenn man zwei Körper annimmt, die Bahnen beider Körper umeinander bestimmen und es ergibt sich, daß diese Bahnen stets Kegelschnitte sind.

Wenn nun auch die Bewegung zweier Körper zueinander eine sehr einfache ist, so wird die Bewegung um so complicirter, wenn ein dritter Körper hinzukommt, die alle drei mit ihren Massen aufeinander wirken, und die Bestimmung der Bewegung der drei Körper heißt das Problem der drei Körper, welches zu den schwierigsten der Astronomie gehört und selbst mit Hülfe unserer höhern Mathematik noch nicht vollständig gelöst ist.

Die Vertheilung der Himmelskörper in unserm Sonnensystem ist jedoch so, daß bei der Ausführung der Rechnungen über die Bewegung der Himmelskörper wesentliche Erleichterungen eintreten. Die Masse des Centralkörpers, der Sonne, übertrifft die des größten Planeten Jupiter, wie wir gesehen haben, um das 1048fache, und die aller Planeten zusammen um das 700fache. Ferner sind die Planeten voneinander sehr weit entfernt und wirken daher wenig aufeinander ein und infolge dessen sind die Abweichungen, welche die Planeten durch ihre gegenseitigen Anziehungen von der regelmäßigen Bahn des Kegelschnitts erfahren, nur klein und werden mit dem Namen der Störungen oder Perturbationen bezeichnet.

Da also im allgemeinen durch viele günstige Umstände die Störungen sehr gering sind, kann man sich bei Berechnung derselben erlauben, sie für die einzelnen Planeten zu trennen und nacheinander gesondert zu berechnen, sodaß dadurch zu gleicher Zeit immer nur drei Körper: die Sonne, der gestörte und der störende Planet in Betracht kommen, und deshalb ist gerade der oben schon erwähnte Name, das Problem der drei Körper, für die Berechnungen der Störungen entstanden.

Unter die verschiedenen Umstände, durch welche die Berechnung der Störungen erleichtert werden, gehört auch, daß die Planetenbahnen alle ziemlich kleine Neigungen gegen die Ekliptik haben und daher die Störungen die Lage der Bahn sehr wenig verändern. Würden sämmtliche Planetenbahnen in einer Ebene liegen, so fände eine Veränderung der Bahnen gar nicht statt. Bei den kleinen Planeten, deren Bahnen gegen die Ekliptik bis zu 35° geneigt sind, kommen besonders durch den Jupiter stärkere Störungen, hauptsächlich im Knoten vor. Ein anderer günstiger Umstand ist auch bei den größern Planeten die ziemlich kleine Excentricität, und wenn sämmtliche Bahnen Kreise wären, würden die halben großen Achsen immer ganz unveränderlich bleiben. Auch hier machen die kleinen Planeten wieder eine Ausnahme, da bei etlichen derselben die Excentricität bis $^1/_3$ geht, während die der Mercurbahn nur $^1/_5$, die des Jupiter noch nicht $^1/_{20}$ ist.

Die Störungen der kleinen Planeten, welche durch die größere Nähe derselben an den Jupiter oft sehr beträchtlich sind, machen daher ganz besondere Schwierig-

keit, und erst in neuester Zeit ist es besonders den Bemühungen Hansen's gelungen, für selbige die absoluten Störungen berechnen zu können. Man nennt die Störungen absolut berechnet, wenn man sie für jede beliebige Zeit aus der Rechnung entnehmen kann. Oft aber genügt es, nur für einen kürzern Zeitraum die Störungen zu kennen, man rechnet alsdann successive in kurzen Intervallen den Betrag der Störungen, nennt selbige die speciellen Störungen und bringt ihren Betrag entweder an die für die Anfangsepoche geltenden, dafür osculirenden Elemente an, oder verbessert den elliptischen Ort um den Betrag der speciellen Störungen.

Die absoluten Störungen werden eingetheilt in zwei Klassen in periodische und säculäre. Da die Anziehung, welche zwei Planeten aufeinander ausüben, von dem Orte abhängig ist, an welchem sie sich befinden, und beide Himmelskörper nach einer bestimmten Anzahl von Jahren dieselben Stellungen zueinander wieder einnehmen, so kehren die Störungen nach einer Reihe von Jahren, also in bestimmten Perioden wieder, und diese Störungen heißen periodische.

Doch alle Planeten wirken aufeinander ein und stören sich gegenseitig, und da nach einer langen Reihe von Jahren die Planeten zueinander wieder dieselben Stellungen einnehmen und sich die Störungen, welche sich besonders auf die Bahnebenen beziehen, wiederholen, wobei jedoch die Perioden im Gegensatz zu den obigen meist Jahrtausende umfassen, so hat man diese Art der Störungen mit dem Namen der säculären bezeichnet. Beide Klassen von Störungen können für sich betrachtet und durch Rechnungen ermittelt werden, und um eine allgemeine Uebersicht zu gewinnen, wollen wir einige der hauptsächlichsten Störungen betrachten.

Die Störungen des Mondes sind, weil der Mond verhältnißmäßig zur Erde ziemlich groß und seine Entfernung gering ist und auf den Mond die so massengroße Sonne als hauptsächlichster störender Körper einwirkt, von der Erde aus gesehen beträchtlicher als die Störungen aller andern Himmelskörper.

Durch die Anziehungskraft der Sonne auf den sich in einer Ellipse um die Erde bewegenden Mond ist die Länge desselben zur Zeit des Neumondes und Vollmondes, also in den Syzygien immer größer, als sie nach der rein elliptischen Bewegung sein sollte, während sie zur Zeit der Quadraturen um dieselbe Größe (nahe $1^1/_4{}^\circ$) zu klein ist. Diese Störung, zuerst von Hipparch entdeckt, heißt die Evection und ist eine periodische Störung, da sie sich bei jedem Umlauf wiederholt.

Ebenso ist die Länge des Mondes in den vier Punkten, die zwischen den Syzygien und Quadraturen in der Mitte liegen, in den Octanten, um etwa $^2/_9{}^\circ$ größer als sie nach der Länge zur Zeit der Syzygien und Quadraturen sein sollte; diese Störung, im 10. Jahrhundert von dem arabischen Astronomen Abulwefa entdeckt, heißt die Variation.

Eine dritte periodische Störung des Mondes ist von der Dauer eines Jahres und hängt von der größern oder kleinern Entfernung der Erde von der Sonne ab, sie steigt bis zu $^1/_3{}^\circ$, wurde von Tycho Brahe entdeckt, und heißt die jährliche Gleichung.

Aus der Theorie entwickelte Laplace zuerst Mondstörungen von längern Perioden. Eine davon beträgt nur 14″ und hat die Dauer von 184 Jahren. Noch eine andere Störung hängt ab von der Abplattung unserer Erde, wieder eine andere von der Größe der Sonnenparallaxe, und aus den Mondstörungen hat man zuerst gefunden, daß der Werth der Sonnenparallaxe, welcher aus den beiden Venusdurchgängen im vorigen Jahrhundert zu 8″.57 abgeleitet war, ein größerer sein mußte.

Unter den Planetenstörungen ist eine merkwürdige zwischen Jupiter und Saturn, die schon Halley wahrgenommen hatte und die darin besteht, daß die Umlaufszeit des Saturn zur Zeit des Hipparch größer und die des Jupiter kleiner war als jetzt. Euler und Lagrange bemühten sich vergebens, durch die Analyse diese Störung zu erklären. Laplace fand endlich die Ursache darin, daß, weil nahe fünf Umläufe des Jupiter gleich zwei Umläufen des Saturn sind, unter den Störungen des Saturn durch Jupiter ein Glied entsteht, welches bis auf 2950″ steigt und unter den Störungen des Jupiter durch Saturn ein anderes, dessen größter Werth 1200″ ist. Da nun die Periode dieser Störungen für beide Planeten nahe 930 Jahre beträgt, nimmt innerhalb dieses Zeitraums die mittlere Bewegung des einen Planeten zu, die des andern ab und umgekehrt.

Unter den säculären sich auf die Lage der Bahn beziehenden Störungen des Mondes ist die Bewegung der Mondknoten, die jährlich über 19° beträgt, die bedeutendste. Eine andere Störung ändert die Apsidenlinie der Mondbahn jährlich um über 40°. Aus der ersten entsteht der drakonische Monat von 27.212 Tagen, aus der zweiten der anomalistische Monat von 27.555 Tagen.

Auch die mittlere Bewegung des Mondes ist einer langsamen Aenderung unterworfen. Die Umlaufszeit des Mondes ist seit 2000 Jahren immer kürzer geworden. Die Ursache liegt in der veränderlichen Excentricität der Erdbahn, und aus demselben Grunde nimmt auch die Bewegung der Apsiden- und der Knotenlinie der Mondbahn immer ab. Erstere ändert sich in 100 Jahren um 50″, letztere in 100 Jahren um 7″. Die Analyse hat aber gezeigt, daß die Excentricität der Erdbahn bis zu einem gewissen Grade abnehmen und dann wieder wachsen wird, und damit werden auch die säculären Störungen des Mondes ihre Zeichen wechseln.

Einen der größten Triumphe feierte die physische Astronomie vor drei Decennien. Nachdem die Rechnung die Unmöglichkeit ergeben, die Bewegung des Planeten Uranus aus der elliptischen Bewegung und den Störungen durch die damals bekannten Planeten befriedigend darzustellen, wurde von mehrern Seiten der Gedanke ausgesprochen, daß möglicherweise noch ein unbekannter entfernterer Planet vorhanden sei, der die sichtbar gewordenen Störungen erkläre. Als Leverrier und Adams sich zu Anfang der vierziger Jahre an die Rechnung machten und einen solchen Planeten voraussetzten, war die Entdeckung des Neptun der glänzendste Erfolg und die schönste Frucht, welche die mühevolle Arbeit der Wissenschaft eintragen konnte.

Alle unsere größern Planeten zeigen eine abgeplattete Gestalt, und durch Rechnung läßt sich streng beweisen, daß eine gasförmige oder flüssige Masse von gleicher oder in bestimmten Gesetzen sich ändernder Dichte die Gestalt eines Sphäroids erhalten müsse, d. h. eines Körpers, der durch die Umdrehung einer Ellipse um die kleine Achse entstanden ist. Aus der Größe der Abplattung läßt sich sogar ableiten, ob der Körper überall gleich dicht oder von ungleicher Dichte ist. Setzt man aber die Abplattung und eine Rotation voraus, und untersucht den Einfluß der Anziehung eines andern Körpers auf den sphäroidischen, so kommt man zu dem Resultate, daß die Durchschnittspunkte zwischen der Bahnebene und der Rotationsebene sich ändern müssen, und das Zurückweichen der Aequinoctien, die Präcession, ist also eine nothwendige Folge der Anziehungskraft des Mondes auf unsere sphäroidische Erde. Der Theil der Präcession, welcher von dem Monde allein herrührt, heißt die Lunisolarpräcession, ein anderer weit kleinerer

Theil muß aber auch durch die Anziehung der Planeten entstehen und die Planetenpräcession, welche jährlich noch nicht ganz 0″.4 beträgt, kommt zu den 50″.2 der Lunisolarpräcession hinzu. Die Erklärung der schon von Hipparch entdeckten Präcession und ihre scharfe Berechnung ist aber erst möglich geworden, seitdem die Anziehungskräfte dem Calcul unterworfen werden konnten.

Auch die Schwankung der Erdachse, die Nutation, ist eine Folge der Attraction des Mondes auf die Erde und hängt mit der obenerwähnten Veränderung des Mondknotens zusammen und auf Tafel 11 in Figur 3 ist die Bewegung, welche der Pol des Aequators p um den Pol der Ekliptik P durch die Präcession und Nutation macht, dargestellt, jedoch ist die Nutation, um sie sichtbar zu machen, in der wellenförmigen Linie pp′ sehr vergrößert.

Daß Ebbe und Flut die Folge der Attraction des Mondes auf die flüssigen Theile der Erde sind, ist schon früher gesagt. Eine Ebbe und Flut muß auch in unserer Atmosphäre stattfinden, und durch die täglichen Aenderungen des Barometers und die Winde, deren Richtung und Stärke von den Tageszeiten abhängt, erkennen wir sie. Sie richtet sich aber mehr nach dem Lauf der Sonne als nach dem des Mondes, und die Theorie zeigt, daß die Anziehung beider Gestirne auf unserer Erde nur ganz kleine Aenderungen im Barometerstande von kaum $^1/_{20}$ Millimeter hervorbringen kann, während der übrige beobachtete Theil der Schwankung im Barometer der täglichen Temperaturänderung angehört.

Die Anziehungskraft ist nicht nur die Ursache der Bewegung der Himmelskörper in den bestimmten Bahnen und der Störungen, sondern auch die Ursache einer besondern Erscheinung am Monde, die wir nicht unerwähnt lassen dürfen.

Bei dem Mond ist, da er uns immer dieselbe Seite zukehrt, die Rotation mit der Revolution gleich, und ebenso ist dieses bei den Jupiterstrabanten und wahrscheinlich bei allen Trabanten in unserm Sonnensystem der Fall. Da die Rotation des Mondes ganz ebenso wie bei der Erde eine vollständig regelmäßige ist, dagegen die Bewegung in der Ellipse je nach der Entfernung von der Erde bald schneller bald langsamer vor sich geht, also eine unregelmäßige ist, sehen wir von der Mondoberfläche bald etwas mehr von der Ostseite, bald etwas mehr von der Westseite als bei einer regelmäßigen Bewegung der Fall sein würde; man nennt diese Erscheinung die Libration, und da außerdem die Rotationsachse des Mondes auf der Ebene seiner Bahn nicht senkrecht steht, sondern um 83° geneigt ist, so sehen wir bald über den Nordpol, bald über den Südpol des Mondes hinaus und nennen die erste Erscheinung die Libration in Länge, die zweite die Libration in Breite.

Trotz aller Störungen bleiben einzelne Größen in unserm System ganz unveränderlich, sie sind nur periodischen Störungen unterworfen, die sich also in kurzer Zeit wieder aufheben. Die unveränderlichen Größen sind die Richtung der Erdachse; die Abplattung der Erde trägt das Ihrige bei, damit sie erhalten bleibt. Ferner ist die Unveränderlichkeit der Tageslänge aus den Umlaufszeiten unserer Erde erwiesen. Durch die Beobachtungen der Umlaufszeit hat sich ergeben, daß solange wir Beobachtungen besitzen, keine Aenderung bis zu $^1/_{100}$ Secunde in der Länge des Tags stattgefunden hat.

Die großen Achsen der Planeten sind wol kleinen periodischen Störungen unterworfen, dagegen ist in den Störungen kein Glied, wodurch die Achsen der Zeit proportional ab- oder zunehmen, und nicht nur für die größern Störungsglieder (Glieder erster Ordnung), sondern auch für kleinere Störungen zweiter Ordnung ist dies mathematisch streng nachgewiesen.

Ueber die Entstehung des Weltsystems sind nur Hypothesen da und die Kant'sche, unabhängig ebenfalls von Laplace angegebene, ist diejenige, welche am meisten Anklang gefunden hat. Danach wäre im Raume zu Anfang eine leichte dünne Masse (Nebelmasse) verbreitet gewesen, die durch irgendeine Ursache in Rotation gekommen ist. Durch die Rotation haben sich zuerst Ringe gebildet, und ein solches Ringsystem haben wir noch bei Saturn. Die Mehrzahl der Ringe ist aber zerrissen und aus denen haben sich runde Körper, die Planeten, durch Verdichtungsprocesse entwickelt; die Monde kann man sich auf gleiche Art entstanden denken. Die Nebelmasse sehen wir höchst wahrscheinlich noch in den Kometen, die möglicherweise sich noch verdichten oder auch auflösen können. Die Zerreißung eines Ringes in viele Stücke würde alsdann bei Bildung der Gruppe der kleinen Planeten vorgelegen haben.

IV. Die praktische Astronomie.

(Tafel 8, 9, 10.)

a) Instrumente in alten Zeiten.

Die astronomischen Instrumente sind den drei Fundamentalebenen, welche wir in der Astronomie kennen, entsprechend hergestellt. Der Horizont wird durch einen Kreis repräsentirt, welcher sich um eine verticale, nach dem Zenith zeigende Achse drehen läßt und zu welchem ein senkrecht stehender ganzer Kreis oder ein Stück desselben die Höhen messen läßt.

In Bezug auf den Aequator hat man Instrumente mit dem Aequator parallel liegenden Kreisen, die die Stundenwinkel angeben; senkrecht auf diesem Kreis steht eine Achse parallel der Weltachse, zu welcher wieder senkrecht eine andere Achse einen Kreis trägt, der die Declinationen resp. Poldistanzen der Gestirne anzeigt.

Endlich gibt es in Bezug auf die Ekliptik Instrumente mit Kreisen, die der Ekliptik parallel gestellt werden können und die Längen der Gestirne anzeigen, während senkrecht darauf gerichtete Kreise die Breiten angeben.

Die beiden ersten Arten von Instrumenten sind jetzt ausschließlich im Gebrauch, während die letztere Art jetzt wenig mehr angewandt wird. Die Horizontal- und Höheninstrumente waren aber auch schon im Alterthum bekannt, wenn auch bei weitem nicht in der Vollkommenheit, wie wir sie jetzt haben. Das einfachste Höheninstrument, mit welchem die Höhe der Sonne gemessen werden kann, ist der verticale Stab, dessen Schatten auf einer horizontalen Fläche nur gemessen zu werden braucht, um in Verbindung mit der Länge des Stabes die jedesmalige Höhe der Sonne leicht berechnen zu können. Dieses Instrument ist der Gnomon und wol das älteste astronomische Instrument, welches existirt.

Einige Gnomone haben besondere Berühmtheit erlangt; so ließ Augustus den Obelisken des Sesostris von 34 Meter Länge in Rom auf dem Marsfelde aufstellen, um, wie Plinius sagt, die Länge der Tage und Nächte zu erkennen, 1278 ließ Coschuking in Peking einen Gnomon von 13 Meter Höhe errichten, 1467 construirte Paul Toscanelli in der Kuppel der Kathedrale zu Florenz einen Gnomon 90 Meter über dem Erdboden, 1653 Cassini zu Bologna einen 27 Meter über dem Boden u. s. w.

Wird der Stab parallel der Weltachse aufgestellt und eine horizontale, verticale oder überhaupt irgend-

eine Ebene angebracht, auf welche der Schatten des Stabes fallen kann, so hat man die Sonnenuhr, welche auch im Alterthum viel angewandt wurde.

Die Astronomen der Alexandrinischen Schule hatten ein Instrument aus drei Linealen zusammengesetzt, wovon das eine vertical gestellt wurde, die andern dagegen verschiebbar waren; sie nannten das Instrument Triquetrum, und ein solches ist von Ptolemäus im „Almagest" beschrieben.

Derselben Zeit gehören auch schon die Kreise an, welche sowol vertical als horizontal, parallel dem Aequator und der Ekliptik zusammengefügt wurden und Ringkugel oder Armillarsphäre hießen. Sie sind bereits von Hipparch und Ptolemäus angewandt worden und dienten im Alterthum zur Bestimmung der Längen und Breiten.

Unsere Taf. 10, Fig. 6 stellt eine solche Armillarsphäre dar, wie sie vervollkommnet gleich nach dem Mittelalter noch gebraucht wurde.

Ein späteres Instrument ist ein getheilter Kreis (Taf. 10, Fig. 4), versehen mit festen Dioptern bb und mit drehbaren cc, das Astrolabium genannt, das, um Höhenwinkel zu messen, an dem Ringe d aufgehängt wurde, während es zur Messung von Horizontalwinkeln der Ebene des Horizonts parallel gestellt wurde.

Höhenkreise und Theile eines ganzen Kreises, Quadranten, gehören theils auch schon der frühern, aber mehr der neuern Zeit an, und ebenso ist die Combination von Horizontal- und Höhenkreisen vereinigt in einem Instrument, welches gegenwärtig Universalinstrument heißt und in neuester Zeit zu großer Vollkommenheit gebracht worden ist. An einem Quadranten hat z. B. schon Ulug Beigh in Samarkand seine Sternpositionen beobachtet. Nach der Erzählung der türkischen Geschichtschreiber hatte dieser Quadrant einen Radius von etwa 60 Meter. Zu den besondern Erscheinungen, welche die Alten beobachteten, z. B. den Finsternissen, bestimmten sie fast gleichzeitig mit einem der obengenannten Instrumente die dazu gehörige Zeit, während sie die Längen und Breiten der Sterne theils auch aus dem Sichtbarwerden und Verschwinden der Sterne berechneten. Die spätern Beobachtungen, welche Regiomontan, Walther in Nürnberg, der Landgraf von Hessen, Tycho Brahe machten, bestanden hauptsächlich darin, daß sie von denjenigen Himmelskörpern, deren Positionen sie bestimmen wollten, Distanzen von bekannten Fixsternen maßen und daraus wieder die Positionen berechneten.

b) Erfindungen zur Verbesserung der Instrumente, Uhren.

Ganz anders gestaltete sich die Aufgabe der praktischen Astronomie, als zur Verschärfung der Theilungen auf den Instrumenten der Portugiese Nunnez (Nonius) 1542 mehrere, aber verschiedene Theilungen anzubringen vorschlug und der Belgier Peter Werner (Vernier) 1631 einen kleinen Hülfsbogen, den Vernier oder Nonius, erfand, dessen Theilung etwas größere oder kleinere Zwischenräume hatte als die Theilung auf dem Instrumente, wodurch es möglich wurde, Unterabtheilungen mit Sicherheit zu bestimmen. Erst später, seit dem vorigen Jahrhundert, werden die Theilungen mit Mikroskopen abgelesen, an welchen Mikrometerschrauben die Unterabtheilungen angeben. Nach der Erfindung des Fernrohrs im Jahre 1608 durch holländische Optiker, wahrscheinlich zuerst durch den Brillenmacher Lippershey, brachte für Anwendung derselben auf Meßinstrumente der Engländer Gascoigne im Jahre 1640 das Fadennetz im Focus des Fernrohrs an, nachdem Morin, ein französischer Astronom, sich 1638 das Verdienst erworben hatte, das Fernrohr mit dem Meßinstrument verbunden zu haben. Der englische Astronom Flamsteed war der erste, welcher einen mit einem Fernrohr versehenen Mauerquadranten in Verbindung mit einer Uhr zur Bestimmung von Sternörtern anwandte und dadurch eine Genauigkeit der Beobachtungen bis auf 10 Secunden erreichte, während seine Vorgänger, selbst Tycho Brahe, die Winkel nur bis auf Minuten genau bestimmen konnten und früher Fehler bis zu 10 Minuten, bei Ptolemäus und Hipparch bis zu Bruchtheilen von Graden und mehr nicht selten vorkommen, obwol sie glaubten, bis auf 4 Minuten genau messen zu können.

Dem Quadranten versuchte man darauf die größte Genauigkeit zu geben. Man baute ihn von ziemlicher Größe, versah ihn mit einem Fernrohr, dessen Drehpunkt im Centrum der Theilung lag, brachte am andern Ende des Fernrohrs Verniere oder Nonien an und stellte das Instrument, um ihm die größte Festigkeit zu geben, an einer von Nord nach Süd gehenden Mauer im Meridian auf. Mit solchen Mauerquadranten konnte man nun mit großer Genauigkeit die Höhen der Sterne im Meridian bestimmen, und kannte man dazu die Höhe des Aequators, so ergaben sich unmittelbar die Declinationen der Sterne.

Auf Taf. 10, Fig. 15 ist ein Mauerquadrant in der Form, wie Tycho ihn besaß, abgebildet; der Radius DC maß 3 Meter, DD ist ein Diopter, an dem ein Gegengewicht in F angebracht war und zur Rectification diente das Loth DA.

Einen andern beweglichen Quadranten nach Dollond und Troughton mit Fernrohr stellt auf derselben Tafel Fig. 13 dar. Er besteht aus dem Viertelkreise EF und zwei mit ihm verbundenen, aufeinander senkrechtstehenden Halbmessern IF und IE von Metall. Durch den Schwerpunkt geht eine am Quadranten befestigte Cylinderröhre herab und bildet eine senkrechte Achse, die auf einem soliden Fuße AA, der mit den Stellschrauben BBB, wozu der Bequemlichkeit wegen Schlüssel führen, horizontal gestellt werden kann, ruht. Auf dem Fuße ist in D ein Horizontalkreis angebracht, um die Drehung des Quadranten im Azimuth bestimmen zu können. Am Quadranten ist in G ein Mikrometerwerk, in H eine Lupe und das Fernrohr KI ist durch das Gegengewicht L balancirt.

Wandte man dazu noch eine genau gehende Uhr an, die entweder die Sonnenzeit oder auch die Sternzeit anzeigte, so findet sich, wenn man den Durchgang des zu bestimmenden Gestirns nach der Uhr beobachtete, auch die Rectascension, und die ganze Aufgabe der praktischen Astronomie oder der Ortsbestimmungen am Himmel ist zurückgeführt auf genaue Höhenbestimmungen und auf Zeitbestimmungen.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts erfand der dänische Astronom Olaus Römer ein einfaches Instrument zu Zeitbestimmungen. Eine horizontale Achse wurde genau von Ost nach West aufgestellt, senkrecht darauf ein Fernrohr angebracht, das sich also bei der Drehung der Achse im Meridian bewegte und durch welches man, wenn in dem Fernrohr Fäden angebracht sind, die Durchgänge oder Passagen der Sterne beobachten kann und das deshalb Passageninstrument genannt wird. Die Uhr und das Passageninstrument sind noch gegenwärtig die ersten Instrumente jeder Sternwarte, nur daß diese Instrumente nach und nach verbessert und zu einer großen Vollkommenheit gebracht sind.

Uhren hatten freilich die Alten auch schon und Sonnenuhren kommen im hohen Alterthum vor, die Aegypter,

Griechen und Römer besaßen auch Wasseruhren (Klepsydra), jedoch scheinen die Uhren mit Räderwerk erst im 13. Jahrhundert erfunden zu sein, obwol gezahnte Räder schon vor Christi bekannt gewesen zu sein scheinen. Es dauerte aber lange Zeit, bevor diese Uhren zu einem für die Astronomie genügend regelmäßigen Gange gebracht werden konnten. Der Hauptübelstand bestand darin, daß es schwer war, die Zähne der Räder genau zu arbeiten und daß jede kleine Reibung den Gang hinderte. Erst als Galilei im Dom zu Florenz gefunden hatte, daß zwischen den Schwingungen der aufgehängten Lampen ein regelmäßiges Gesetz existirte und dadurch die Theorie des Pendels entdeckte, kam Huyghens vor 1658 oder vielleicht schon Harris 1641 auf den glücklichen Gedanken, die Unregelmäßigkeit im Räderwerk der Uhren zu vermindern durch Anbringung eines Pendels, und die Pendeluhren genügten den an sie gestellten Anforderungen schon sehr nahe. Nur ein großer Uebelstand zeigte sich, der darin bestand, daß jede Pendeluhr im Winter rascher, im Sommer langsamer ging, wovon man die Ursache bald entdeckte, indem die Länge der aus Metall angefertigten Pendelstange mit der Temperatur variirte. Als man gefunden, daß Uhren mit genau gleichlangen Pendeln genau gleichförmig gingen, war man bestrebt, die Pendel so herzustellen, daß sie in den verschiedenen Temperaturen des Tags und der Jahreszeiten immer gleichlang blieben. Der Engländer Graham hatte zuerst die glückliche Idee, nicht etwa einen Körper von geringer oder gar keiner Ausdehnung zu suchen, sondern vielmehr die Ausdehnung des Eisens durch die stärkere eines andern Metalls unwirksam zu machen. Er erfand das meist aus fünf Stangen, zwei Stahl- und drei Messing- oder Zinkstangen, rostförmig zusammengesetzte Pendel, das Rostpendel, welches zuerst Harrison ausführte. Eine andere Art Compensation besteht darin, daß man statt der Linse am Pendel ein Gefäß mit Quecksilber anbringt, und während die Pendelstange sich z. B. durch die Wärme verlängert, steigt gleichzeitig durch die Wärme das Quecksilber in dem Gefäße etwas höher, sodaß dadurch die Entfernung des Aufhängepunkts des Pendels bis zu dem Schwerpunkt des Quecksilbers immer dieselbe bleibt; man nennt ein solches Pendel, welches von Harrison erfunden ist, ein compensirtes Quecksilberpendel.

Eine astronomische Pendeluhr zeigt unsere Taf. 9 in Fig. 11, an welcher das Pendel ein Rostpendel ist und das große Zifferblatt die Minuten durch den langen Zeiger angibt, während das kleinere Blatt oben die Secunden und das untere die Stunden angibt.

Fig. 10 zeigt ein Quecksilberpendel und die Pendelstange ist oben versehen mit einer kleinen Feder.

Die Länge des Secundenpendels ist schon bei der Erde erwähnt und beträgt für ein mathematisches Pendel ohne Masse für den Aequator 991.0, für den Pol 996.1 Millimeter, welche Variation von der sphäroidischen Gestalt der Erde herrührt. Strenggenommen sollen die Schwingungen des Pendels, damit sie bei verschiedener Schwingungsweite immer gleiche Zeitdauer haben, auf einer Curve geschehen, welche in der Mathematik Cykloide genannt wird, und ein Pendel, das bei jedem Schwingungsbogen gleichlange Schwingungen macht, heißt isochron. Da die Bewegung in der Cykloide aber Schwierigkeiten hat, läßt man das Pendel sich in möglichst kleinen Schwingungsbögen bewegen und eine Feder am Aufhängepunkte des Pendels hat sich zu diesem Zwecke am besten bewährt.

Die Pendeluhren sind für Sternwarten ganz vorzüglich, weil sie dort fest aufgestellt und keinem Transport unterworfen sind. Wollte man dagegen anderswo Beobachtungen machen, bedurfte man tragbarer Uhren, die auch schon zu Ende des 15. Jahrhunderts erfunden waren und deren Verbesserung für astronomische Zwecke bald als ein dringendes Bedürfniß anerkannt wurde, weil durch genaue Zeitübertragung auf unserer Erde die Längendifferenz mehrerer Orte am leichtesten bestimmt werden konnte, was besonders für die Schifffahrt von der größten Wichtigkeit ist. Für solche transportable Uhren, einfach Chronometer genannt, erfanden Huyghens und Hook die Unruhe und Spiralfeder und 1665 wurde zum ersten mal mit einer Huyghens'schen Uhr die Fahrt nach Guinea gemacht und durch eine Zeitübertragung die überseeische Länge bestimmt. Im Jahre 1714 setzte die englische Regierung 20000 Pfd. St. für die Erfindung einer Uhr aus, die in sechs Wochen nicht mehr als 1 bis 2 Minuten falsch gehen durfte, und der schon genannte Uhrmacher James Harrison, der von 1726 an sich mit der Verbesserung unaufhörlich beschäftigte und die Unruhe, um sie zu compensiren, aus zwei Metallen verfertigte, erhielt 1765 die erste Hälfte, 1774 die zweite Hälfte des oben angegebenen ausgesetzten Preises. Seitdem sind unaufhörlich Verbesserungen an den Uhren ausgeführt und die für die Schifffahrt und auch auf Sternwarten gebräuchlichen Chronometer sind entweder große Taschenuhren, nach dem Princip der Spindeluhren eingerichtet, $^4/_{10}$ Secunden schlagend, oder Boxchronometer, in welchen die Unruhe von $^1/_2$ zu $^1/_2$ Secunde eine Schwingung macht.

Auf Taf. 9 in Fig. 9 ist ein solches Boxchronometer abgebildet. Das Chronometer selbst hängt in zwei Ringen, einer Cardanischen Aufhängung, um immer die horizontale Lage zu behalten, weil sich ergeben hat, daß die Lage des Uhrwerks oft einen auf den Gang wirkenden Einfluß ausübt.

c) Passageninstrument, Meridiankreis, Azimuthal- und Höheninstrumente.

Das Passageninstrument ist seit Olaus Römer's Zeiten beträchtlich verbessert. Das Fernrohr wird meistens aus Messing gefertigt und so eingerichtet, daß Objectiv und Ocular vertauscht werden können. Es wird in oder an einem Würfel befestigt, an dem senkrecht zum Fernrohr die Achse sitzt, welche durchbrochen ist, um zur Beleuchtung der Fäden Licht einfallen zu lassen. Um das Fernrohr genau senkrecht zur Achse zu haben, sind jetzt gewöhnlich Correctionsschrauben an dem Fadenmikrometer angebracht und kann der übrigbleibende Fehler der nicht senkrechten Stellung, welchen man die Collimation nennt, entweder durch Umlegung des Instruments, oder auch durch besondere Fernröhre, Collimatoren genannt, welche zu dem Zwecke so aufgestellt sind, daß man mit ihnen in das Fernrohr des Passageninstruments hineinsehen kann, ermittelt werden. Damit die Achse nicht zu schwer in den Lagern liegt, sind Gegengewichte so angebracht, daß die Reibung sehr verringert und dadurch das Abschleifen der Lagerflächen und der Achsen möglichst verhindert wird.

Am Passageninstrument ist gewöhnlich nur ein kleiner Höhenkreis angebracht; welcher zur Einstellung des Instruments auf das zu beobachtende Gestirn dient; befinden sich dagegen genau eingetheilte mit Nonien oder Mikroskopen abzulesende Kreise am Instrument, so heißt es, wenn es im Meridian aufgestellt ist, ein Meridiankreis. Der Meridiankreis der leipziger Sternwarte ist auf Taf. 9 in Fig. 5 abgebildet. Damit die Aufstellung eine recht feste ist, ruht das Instrument zwischen den Pfeilern aa, die aus Sandstein bestehen, aber auch aus Marmor,

in demselben Brennpunkt vereinigen; der dadurch entstehende Fehler heißt die sphärische Abweichung. Die andere Ursache ist, daß die Lichtstrahlen, welche durch das Objectiv gehen, gebrochen werden und die Bilder im Brennpunkt prismatische Farben zeigen; der entstehende Fehler wird die Farbenzerstreuung genannt. Wenn auch Konstantin Huyghens, Auzout und andere Optiker und Astronomen diese Fehler dadurch verringerten, daß sie den Objectivgläsern eine große Brennweite bis zu fast 200 Meter gaben, so glaubte man doch nach Newton's Untersuchungen nie im Fernrohr farbenfreie Bilder herstellen zu können.

Als Euler 1747 daran erinnerte, daß doch unser Auge die Gegenstände farblos sehe, schlug er vor, das Objectiv aus verschiedenen brechenden Flüssigkeiten, ähnlich unserm Auge, herzustellen; der schwedische Gelehrte Klingenstjerna wies nach, daß Newton sich geirrt habe und empfahl verschiedene Glassorten zu nehmen, und es gelang im Jahre 1758 dem englischen Optiker Dollond durch Zusammensetzung der beiden Glasarten, welche unter dem Namen Crown- und Flintglas bekannt sind, ein Objectiv zu verfertigen, welches fast farblos war und ein achromatisches Objectiv genannt wird.

Später haben die achromatischen Objective infolge genauer Rechnungen, besonders durch Fraunhofer noch eine große Verbesserung erhalten und gegenwärtig liefern die Werkstätten von Merz & Sohn (Fraunhofer's Nachfolger), Steinheil in München, Plößl in Wien, Pistor & Martins in Berlin, Schröder in Hamburg, Eichens in Paris, Simms und Cook in England, Fitz und Clarke in Amerika und andere achromatische Objective von beträchtlichen Dimensionen, auf die wir später bei den Sternwarten zurückkommen werden.

Bald nach Erfindung des Fernrohrs kam Mersenne, zuerst im Jahre 1639, auf den Gedanken — er publicirte ihn 1644 — statt der Glaslinsen Spiegel anzuwenden, aber erst Gregory gab im Jahre 1663 die Idee an, wie ein solches Spiegelinstrument zusammengesetzt werden könnte und Hooke verfertigte 1674 das erste Instrument dieser Art, während eine andere Construction der Spiegelteleskope von Newton im Jahre 1672 erfunden war. Da bei den Spiegelteleskopen wegen der Reflection nicht der Fehler der Farbenzerstreuung existirte, wurden im 18. Jahrhundert diese Instrumente den großen Fernröhren vielfach vorgezogen. Nach der Erfindung der Achromasie und besonders seit Fraunhofer's großen Verbesserungen sind wieder die Fernröhre oder Refractoren in große Aufnahme gekommen, besonders weil sie sich länger halten und weniger Sorgfalt in der Conservirung bedürfen als die Reflectoren, deren Spiegel öfter nachpolirt werden müssen. Unsere lichtstärksten Instrumente sind noch gegenwärtig die Reflectoren.

Im vorigen Jahrhundert war es besonders William Herschel, der Spiegelteleskope von vorzüglicher Güte verfertigte; erst baute er sich eins von $1^1/_2$ Meter Länge, später Hunderte von 2 und 6 Meter, mehrere von 8 Meter Brennweite. Sein größtes Spiegelteleskop hatte einen Spiegel von $1^1/_4$ Meter Oeffnung, über 12 Meter Brennweite und die stärkste Vergrößerung war eine 7000fache. Mit ebenso großen Reflectoren hat John Herschel seine Beobachtungen in England und am Cap angestellt, Lassel hat sich ein ebenso großes gebaut, Lord Rosse in Irland aber das größte, dessen Brennweite 17 Meter beträgt und dessen Spiegel über 1,8 Meter Durchmesser hat. Der Spiegel des Rosse'schen Instruments ist 7600 Pfund schwer, das dazu gehörige Rohr wiegt 13,200 Pfund.

Zu diesen Teleskopen von so bedeutenden Dimensionen sind nun ganz besondere Vorrichtungen gemacht, um sie bewegen zu können. Das große Herschel'sche Spiegelteleskop ist auf Taf. 10 in Fig. 7 dargestellt. Das 12 Meter lange Rohr DD hat in A seinen Drehpunkt und ist durch eine Menge von Stricken, die an einem Balken AFFA über Rollen gehen und bei EE mittels Kurbeln verkürzt und verlängert werden können, beweglich. Auf das vordere Gerüst GG muß der Beobachter hinaufsteigen, um zu einer Tribüne in H zu gelangen. Er hat dort seinen Standpunkt und sieht durch ein Ocular direct auf den im großen Rohr am untern Ende befindlichen Spiegel hinein, und wenn auch der Kopf des Beobachters etwas von dem in das Rohr fallenden Lichte fortnimmt, so ist dieser Lichtverlust wegen der Größe des Spiegels doch nur ein sehr geringer. Diese directe Einsicht, von Herschel selbst erfunden, ist für ein so großes Teleskop diejenige, bei welcher noch am wenigsten Licht verloren geht, da bei der Gregory'schen Construction des Spiegelteleskops das Licht, bevor es in das Ocular gelangt, noch erst auf einen kleinen Hohlspiegel fällt und zurück in eine Oeffnung im großen Spiegel reflectirt wird, bei welcher Reflexion viel Licht verloren geht. Bei dem Newton'schen Spiegelteleskope findet ein Gleiches statt, das Licht fällt von dem großen Spiegel auf einen kleinen, unter 45° gegen die optische Achse geneigten Spiegel und in ein an der Seite der Röhre befindliches Ocular (siehe die Construction des Gregory'schen und Newton'schen Teleskops im „Atlas der Physik", Taf. 5, Fig. 38 und 39).

Das Lassel'sche Spiegelteleskop befindet sich auf Taf. 9 in Fig. 6 abgebildet. Die Aufstellung ist eine festere als die oben beschriebene des Herschel'schen Teleskopes; das aus Eisenstäben bestehende Rohr c ruht zwischen Lagern b, welche auf einem der Weltachse parallel stehenden Conus, der in 1 einen Stundenkreis hat, befestigt sind. Der Durchmesser des Spiegels beträgt über $1_{,8}$ Meter. Der horizontale Unterring a trägt das auf Rollen verschiebbare Beobachtungsthürmchen dddd, aus welchem oben der Beobachter heraustritt, um direct mit dem Ocular in das Rohr zu sehen.

Die großen Reflectoren werden gewöhnlich mit einem Stativ versehen, dessen Hauptachse parallel der Weltachse ist, sodaß die an den Achsen angebrachten Kreise parallel dem Aequator und senkrecht darauf gerichtet sind. Eine solche Aufstellung heißt die parallactische, und ein solches Instrument, besonders wenn die Kreise zu genauen Ablesungen eingerichtet sind und man daher genaue Bestimmungen des Stundenwinkels und der Declination ausführen kann, heißt Aequatoreal.

Das Aequatoreal der Leipziger Sternwarte ist auf Taf. 9 in Fig. 4 abgebildet. Das Stativ besteht aus einer gußeisernen Säule a, auf welcher ein eiserner Kasten b in der Richtung nach dem Nordpol festsitzt, in welchem die Polarachse des Instruments angebracht ist. Senkrecht auf der Polarachse steht der Kasten c, in welchem die Declinationsachse liegt, die an dem einen Ende das 4 Meter lange Fernrohr dd trägt, während am andern Ende in m das Gegengewicht sitzt. Die Achsen selbst sind hohl und die Gegengewichte in m und das untere Gegengewicht am Ende der Stundenachse sind befestigt an besondere im Innern der Achse frei schwebende Stangen, damit jede Durchbiegung der Achsen vermieden wird. Das Gegengewicht in m an dem Kasten b sitzend, hält zwei Friction̈srollen, die gegen die Stundenachse drücken, das Gleichgewicht,

am dadurch die Reibung möglichst zu verringern. In ll sind zwei Kreise angebracht, wovon der untere mit einem Nonius versehene als Einstellungskreis dient und durch einen kleinen Planspiegel des Nachts beleuchtet wird; der obere mit Mikroskopen ablesbare Kreis läßt die Stundenwinkel bis auf $^1/_{100}$ Zeitsecunden ermitteln. In g und g sind die Declinationskreise, wovon wieder der untere mit Nonius versehene als Einstellungskreis dient, während der obere mikroskopische Ablesung hat und bis auf $^1/_{10}$ Bogensecunden die Declination finden läßt. An dem Fernrohr dd befindet sich in h ein kleineres Fernrohr, welches parallel dem großen und mit schwacher Vergrößerung versehen ein möglichst großes Gesichtsfeld hat und zum leichten Aufsuchen von Sternen verwandt wird und der Sucher heißt. In oo sind die Handhaben des ganz aus Messing bestehenden Fernrohrs, in n ist eine Klemme, mit welcher das Fernrohr festgeklemmt wird. Unten am Fernrohr in e ist ein besonderes Mikrometer, Fadenmikrometer genannt, in welchem Spinnefäden aufgespannt sind und das um seine Achse drehbar und mit einem Kreise versehen ist, um Positionswinkel bestimmen zu können. In l erblickt man eine Gaslampe, deren Licht durch Prismen in das Fernrohr geworfen wird und zwar, je nachdem es der Beobachter wünscht, das Feld beleuchtet und die Fäden schwarz auf hellem Hintergrunde oder umgekehrt, die Fäden beleuchtet und sie in dunkelm Hintergrunde weiß erscheinen läßt. Die erste Art der Beleuchtung (Feldbeleuchtung) wird angewandt bei der Beobachtung hellerer Objecte, die letztere (Fadenbeleuchtung) bei schwachen Objecten.

Da vermöge der Umdrehung der Erde ein Stern, wenn er im Felde des Fernrohrs steht, rasch sich aus demselben fortbewegt, ist, um diese Fortbewegung zu verhüten, eine Einrichtung getroffen, durch welche das Fernrohr dem Sterne folgt und in 24 Stunden einen Umlauf um seine Achse macht. Diese Vorrichtung besteht in einem Uhrwerk, das in der Säule a sitzt und mit einer Uebertragung den obern Stundenkreis in Bewegung setzt. Von dem Uhrwerk sieht man in unserer Zeichnung nur die Schnüre mit dem das Instrument treibenden Gewichte. Endlich stellen pp Tritte vor, auf welche man steigt, um das obere Mikroskop ablesen zu können.

An dem Instrumente erblickt man das Fadenmikrometer nur von außen, und daher ist selbiges auf derselben Tafel in Fig. 12 im Querschnitt noch besonders abgebildet. Man sieht dort einen horizontalen und fünf verticale feststehende Fäden, der eine verticale Faden in der Mitte ist ein beweglicher, dessen Stellung gegen die festen Fäden die Mikrometerschraube a anzeigt. Der Positionskreis hat in c und 180° davon entfernt zwei Nonien, durch welche Minuten ablesbar sind; in d ist eine Mikrometerschraube, um kleine Bewegungen des Fadenmikrometers gegen den Positionskreis hervorbringen zu können; in b ist noch der Kopf eines Triebrades, durch welches das ganze Mikrometer gegen die feststehenden Fäden bewegt werden kann, sodaß man jeden der Fäden nach Belieben in die Mitte des Gesichtsfeldes stellen kann

Andere Mikrometer, die man in Refractoren oder Reflectoren anwendet, sind noch auf Taf. 10 in Fig. 8, 9, 10, 11 und 14 sichtbar. Fig. 8 stellt ein aus concentrischen Ringen bestehendes Mikrometer vor, welches man gewöhnlich in Glas ausführt. Fig. 9 ist ein Rautenmikrometer, im vorigen Jahrhundert viel angewandt, jetzt fast außer Gebrauch gekommen. Fig. 10 zeigt uns ein Ringmikrometer, bei welchem der Ring gewöhnlich aus Stahl besteht, daher in der Nacht ganz schwarz erscheint und bei dem spärlichen Sternenlichte immer sichtbar ist. Da der Ring von dem Künstler gut rund, fast vollkommen fehlerfrei hergestellt werden kann und bei jeder Montirung, auch der nicht parallactischen, dieselben Dienste leistet, ist es meistens dasjenige Mikrometer, welches außer dem Fadenmikrometer angewandt wird.

Fig. 11 bildet ein Fadennetz, wie es vielfach auch in Passageninstrumenten und Meridiankreisen vorkommt. Gewöhnlich sind die Fäden Spinnefäden, verwendet werden auch Platina-, Gold- und Silberfäden; oft sind die Linien des Mikrometers auch auf Glas gezogen. Fig. 14 zeigt ein Mikrometer mit drei Spitzen, die durch eine Schraube beweglich sind und dies Spitzenmikrometer ist in neuester Zeit mehrfach bei spectralanalytischen Untersuchungen angewandt, um damit die Lage der schwarzen Linien oder der Banden im Stern-, Nebel- oder Kometenspectrum zu messen.

Mittels der Mikrometer bestimmt man bei den Refractoren oder Reflectoren gewöhnlich die Differenzen in Rectascension und Declination zwischen einem bekannten Stern und dem neu zu bestimmenden himmlischen Object. Das Fadenmikrometer am Aequatoreal gibt diese Differenz direct, und zwar sind die Zeitdifferenzen bei den Durchgängen der Gestirne direct die Differenzen in gerader Aufsteigung, während die Unterschiede zwischen dem festen und beweglichen Faden, indem man auf den ersten das zuerst das Fernrohr passirende Gestirn, auf den letztern das andere Gestirn bringt, den Declinationsdifferenzen entsprechen, wozu aber die Kenntniß des Werthes einer Umdrehung der Mikrometerschraube nöthig ist.

Bei dem Ringmikrometer beobachtet man die Ein- und Austritte der Gestirne und kann aus dem Mittel und der Differenz derselben, wenn der Durchmesser des Ringes bekannt ist, die Rectascensions- und Declinationsdifferenzen berechnen.

e) Heliometer. Sonstige Apparate und Instrumente auf Sternwarten.

Positions- und Distanzmessungen geschehen am Aequatoreal nur mit dem Fadenmikrometer und ergeben sich diese Daten durch den Positionskreis und die Mikrometerschraube, indem das eine Gestirn auf einen festen, das andere auf den beweglichen Faden gebracht wird. Da das Gesichtsfeld gewöhnlich nicht sehr groß, und beide zu messenden Sterne im Felde sichtbar, womöglich nahe in der Mitte stehen müssen, kann man nur kleine Distanzen messen.

Schon im vorigen Jahrhundert ersann Bouguer ein anderes Instrument, um Distanzen messen zu können, er brachte zwei gleiche Objective nebeneinander in ein Fernrohr und maß durch Verstellung der Objective gegeneinander den Durchmesser der Sonne.

Dollond kam auf den Gedanken, die beiden Objective durch zwei Hälften eines Objectivs, welches längs eines Durchmessers zerschnitten war, zu ersetzen. Instrumente mit solchen durchschnittenen Objectiven werden, weil Bouguer zuerst mit einem ähnlichen den Durchmesser der Sonne gemessen, Heliometer genannt. Fraunhofer und Utzschneider und deren Nachfolger Merz und Mahler und Merz und Sohn haben diese Instrumente in größern Dimensionen für die Sternwarten in Königsberg, Bonn, Pulkowa und Oxford hergestellt. Beide Hälften des Objectivs werden vermittels Mikrometerschrauben gegeneinander bewegt und erlauben von nahestehenden Sternen bis zu etwa ein Grad Entfernung die genauesten Distanzmessungen, wobei aber nicht vergessen werden darf, auf die Fehler

der Schrauben, ihre Aenderungen durch Temperatur, auf Durchbiegung Rücksicht zu nehmen.

Das Heliometer, welches die pulkowaer Sternwarte besitzt, ist auf Taf. 9 in Fig. 2 dargestellt. Es ist parallactisch auf dem Steinstativ a montirt, in b ist die Polarachse, in c die Declinationsachse, in m der Stundenkreis, welcher durch ein Uhrwerk mit der Achse in 24 Stunden einmal herumgetrieben werden kann. In l ist der Declinationskreis, dd ist das Fernrohr mit dem durchschnittenen Objectiv; in e ist ein Sucher parallel dem großen Fernrohr, in g die Mikrometerschrauben zur Bewegung der Objectivhälften, welche durch die Schlüssel h vom Ocular i ausgeführt werden können. f ist ein Hülfsfernrohr zur Ablesung der Scala an der Mikrometerschraube g, in kkkk sind Gegengewichte sowol für das Fernrohr als auch für den Sucher, für die Mikrometerschraube und zu den Frictionsrollen.

Außer einem oder mehrern größern Instrumenten besitzt jede Sternwarte noch eine Menge von Hülfsapparaten. So ist z. B. auf Taf. 10 in Fig. 12 ein Hülfsapparat zur Bestimmung der Libellentheile auf den Niveaux dargestellt. Die Libelle oder auch das ganze Niveau wird in die Lager aa gelegt und eine Mikrometerschraube mit einer Scheibe b so lange gedreht, bis die Libelle auf bestimmte Theilstriche steht. Dreht man die Mikrometerschraube etwas weiter, so zeigt die Libelle andere Theile an und die Differenz dieser Libellentheile entspricht der Differenz der Theile, die die Scheibe auf der Mikrometerschraube anzeigt. Hat man nun ermittelt, wie viel Secunden ein Theil der Scheibe b ist, so läßt sich sofort berechnen, wie viel Secunden ein Niveautheil hat. Erwähnt mag noch werden, daß die Niveautheile, welche einem Intervall von etwa 2 bis 3 Millimeter entsprechen, bei den kleinen Universalinstrumenten etwa 10″ sind, bei den größern 2 bis 3″ und bei den genauesten Libellen zu den Meridiankreisen etwa 1″ in Bogen. Der Krümmungshalbmesser der Libelle läßt sich daraus berechnen und beträgt z. B. für das Intervall von 2 Millimeter zu 10 Secunden 41.3 Meter, zu einer Secunde 413 Meter.

Ein anderer Hülfsapparat ist auf Taf. 10 in Fig. 5 enthalten und heißt Chronograph oder Registrirapparat. Er ist ähnlich eingerichtet wie die elektrischen Telegraphen nach Morse's System. Durch ein Uhrwerk, dessen regelmäßige Bewegung das Pendel b vermittelt, bewegt sich ein Arm a, durch welchen ein Papierstreifen f, der um die Rolle d gewunden ist, fortbewegt wird. Eine Secundenuhr steht mit einem Elektromagneten an diesem Apparate in Verbindung und die Spitze eines Hebelarms, an welchem der Anker des Elektromagneten sitzt, gibt von Secunde zu Secunde auf dem sich abrollenden Papierstreifen Punkte in gleichen Intervallen an. Sobald man beobachtet und ein Gestirn durch den Faden des Fernrohrs geht, drückt man auf einen Taster und der Hebelarm am Anker eines zweiten Elektromagneten verursacht auf dem Papierstreifen einen andern Punkt, dessen Lage zu den Secundenpunkten genau bestimmt werden kann, wodurch die Durchgangszeit des Sterns durch den Faden ermittelt ist. An dem Registrirapparat ist in c ein Galvanoskop zur Prüfung der Stärke des elektrischen Stroms und noch verschiedene kleine Hülfsapparate angebracht.

Die Chronographen oder Registrirapparate wurden in die Astronomie bald nach Erfindung der Telegraphie eingeführt, zuerst in Amerika, und sind in verschiedener Form hergestellt. An einigen Sternwarten ist statt des Streifens ein Blatt Papier um eine Walze gespannt, auf welchem die Uhr- und Signalpunkte für den Durchgang des Sterns markirt werden. Der hier abgebildete auf der leipziger Sternwarte befindliche Chronograph ist in der angegebenen Form zuerst von Hansen in Gotha beschrieben.

In Fig. 1 auf derselben Tafel ist ein anderes, auf vielen Sternwarten vorhandenes Instrument, ein Photometer, dargestellt, mit welchem die Helligkeiten der Sterne gemessen werden. Auf einem Stativ ist eine drehbare Achse i, auf der eine horizontale Achse steht, die in a ein Gefäß für Petroleum trägt, welches durch eine communicirende Röhre mit einer Lampe in Verbindung steht, zu der durch die Röhren g die Luft zugeführt wird. b ist ein durch das Gegengewicht h balancirtes Fernrohr, welches auf jeden beliebigen Stern am Himmel gerichtet werden kann. Durch eine senkrecht zum Fernrohr stehende Röhre, in welcher eine Linse sitzt, und durch einen unbelegten Glasspiegel im Fernrohr, erzeugt man von der Flamme im Fernrohr einen künstlichen Stern. In der Röhre befinden sich zwei Nicol'sche Prismen, welche das Licht von der Flamme polarisiren, und durch die Drehung der Nicols gegeneinander, welches durch den Hebelarm d geschieht, kann das polarisirte Licht des künstlichen Sterns abgeschwächt werden. Wenn man den künstlichen Stern mit einem im Fernrohr direct gesehenen zu gleicher Helligkeit bringt und dasselbe Verfahren mit einem andern Stern am Himmel anstellt, läßt sich aus der Größe der Drehung der Nicols, welche Drehung an dem Theilkreise c abgelesen wird, die Lichtmenge der beiden Sterne am Himmel zueinander berechnen, da die Physik lehrt, daß die Lichtmengen, welche durch die Nicol'schen Prismen gehen, sich wie die Quadrate der Cosinusse der von einem bestimmten Nullpunkte an gewählten Drehungswinkel verhalten.

Die Sterne am Himmel sind aber oft verschiedenfarbig und deshalb ist in der Röhre noch ein senkrecht auf die Achse geschliffener Bergkrystall angebracht, durch dessen Drehung es möglich ist, das Licht des künstlichen Sterns von gleicher Farbe mit der des natürlichen Sterns zu machen. Das Maß der Drehung wird an dem Kreis e abgelesen. Das Instrument mit den Nicol'schen Prismen und dem aus Bergkrystall bestehenden Colorimeter hat zuerst Zöllner construirt und heißt daher ein Zöllner'sches Photometer.

Andere kleinere Instrumente, die sich noch auf Sternwarten befinden, kommen auch oft in physikalischen Cabineten vor und sind theils schon in dem Abschnitt Physik erwähnt.

f) Sternwarten.

Wo und wie die alten Chaldäer, Aegypter und Chinesen beobachtet haben, ist uns nicht genau bekannt, höchstwahrscheinlich gingen sie einfach ins Freie und bedienten sich sehr bald, um ganz freie Aussicht zu haben, der Thürme.

Die Sternwarte in Alexandrien, an welcher Hipparch und Ptolemäus beobachteten, war an der Bibliothek der alexandrinischen Akademie und höchst wahrscheinlich auf der Plattform eines Thurms. Ulug Beigh in Samarkand beobachtete ebenfalls auf einem Thurme und werden alle Astronomen des Mittelalters, um den Horizont frei zu haben, die Thürme allen andern Beobachtungsorten vorgezogen haben. Der Landgraf Wilhelm IV. von Hessen ließ auf seinem Schlosse in Kassel im Jahre 1561 ein Observatorium errichten; die Sternwarte in Kopenhagen wurde auf dem runden Thurme in den Jahren 1632—56 erbaut; Hevel beobachtete auf seinem eigenen Hause in Danzig, wo

er 1641 eine Sternwarte errichtete; in Prag, in Wien, an vielen Orten in Italien verwandte man Thürme zu Sternwarten. Man kann gewöhnlich von den Thürmen den ganzen Himmel bis zum Horizont übersehen, und solange als die Instrumente nur zum Beschauen der Gestirne angewandt wurden, resp. zur rohen Messung, genügten solche Thürme vollständig. Um genaue Messungen anzustellen, bedürfen aber die Instrumente der festen Aufstellung und einer gegen den Wind und sonstige Witterungsverhältnisse besonders geschützten Lage; außerdem ist der Vortheil, die Sterne bis zum Horizonte zu sehen, nur ein illusorischer, da die Verzerrungen der Bilder, das starke Funkeln der Sterne, die von wechselnden Temperaturen, von auf- und niedersteigenden Luftströmungen herrührende veränderliche Strahlenbrechung, genaue Beobachtungen der Gestirne in der Nähe des Horizonts schwer erlaubt. Den Instrumenten kann man, wenn sie nicht in der Höhe aufgestellt werden, eine viel größere Festigkeit geben als auf Thürmen, und schon Tycho de Brahe suchte sich zu einer Sternwarte die Insel Hveen im Sunde aus, um fast zur ebenen Erde, frei von Erschütterungen und in der Stille der Zurückgezogenheit die Beobachtungen anstellen zu können. Die hohen Sternwarten sind daher gegenwärtig fast ganz verlassen; eine freie doch etwas geschützte Lage, ein solider fester Bau mit isolirten von den Ringmauern getrennten Fundamenten, sind jetzt die Hauptbedingungen bei der Anlage einer Sternwarte. Die Beobachtungsräume, welche als nothwendig erforderlich in einer neuen Sternwarte bezeichnet werden können, sind ein Meridiansaal, wo entweder ein Passageninstrument im Meridian (Mittagsrohr) oder ein Meridiankreis aufgestellt werden, und ein Raum mit einer drehbaren Kuppel, in der ein größeres Instrument, ein Aequatoreal, seinen Platz finden kann. Wünschenswerth ist auch noch ein Beobachtungsraum mit einem Durchschnitt von Ost nach West, sowie einige Beobachtungsräume für kleinere Instrumente und eine Plattform oder Terrasse, um einzelne Beobachtungen ganz unter freiem Himmel anstellen zu können. Da der Astronom zu seinen Beobachtungen ruhige Luft braucht, die nur bei möglichst gleichen Temperaturen vorhanden ist, werden gewöhnlich die Mauern der Beobachtungsräume leicht gebaut, damit sie rasch die Temperatur der äußern Luft annehmen können, und für gute Ventilation, um schnell die Temperatur der innern Luft mit der der äußern auszugleichen, wird gesorgt. Da ferner in unsern Gegenden der Himmel selten klar, im Jahre nur an 100 bis 120 Abenden, ist der Astronom genöthigt, jeden heitern Moment zu benutzen, welches nur geschehen kann, wenn die Wohnungsräume sich unmittelbar an der Sternwarte befinden.

Betrachten wir die gegenwärtig thätigen Sternwarten, so ist ihre Zahl auf der ganzen Erde nicht sehr groß, etwa 100. Eine große Anzahl derselben sind in Universitätsstädten, damit der Director der Sternwarte gleich die Lehren der Sternkunde an der Universität vortragen kann, und nur in einigen Ländern gibt es von Lehranstalten getrennte Institute, in welchen der Astronom ganz und gar dem Dienste der Urania sich widmen kann.

Die Astronomie ist eine Wissenschaft, welche durch ihre Beschäftigung und ihre interessanten Resultate sich stets Freunde und Liebhaber gewonnen hat, die nicht unwesentlich zur Bereicherung der Wissenschaft haben beitragen können; es existiren daher auch einige Privatsternwarten und besonders in solchen Ländern, in welchen die Wichtigkeit der Astronomie als Förderung der Schiffahrt gewürdigt wird.

Nehmen wir die Sternwarten in alphabetischer Ordnung durch, so hat Deutschland Observatorien in folgenden Orten.

Altona, Director gegenwärtig Peters, hat eine kleine von Schumacher 1823 errichtete Sternwarte, welche lange Zeit als Mustersternwarte galt; ein Reichenbach'scher Meridiankreis und ein Aequatoreal mit Objectiv von 160 Millimeter Oeffnung sind die Hauptinstrumente.

Berlin hatte eine erste Sternwarte 1711 auf einem Thurme hinter der Akademie errichtet, welche 1832—35 durch eine neue Sternwarte, unter Encke erbaut, ersetzt wurde. Von zwei Meridiankreisen mit Kreisen von 1 Meter Durchmesser von Pistor und Martins hat der eine 190, der andere 110 Millimeter Oeffnung, das Aequatoreal (Refractor) von Utzschneider und Fraunhofer hat 240 Millimeter Oeffnung. Director ist Förster.

Bilk hat eine kleine Privatsternwarte, aus einer Stiftung Benzenberg's, seit dem Jahre 1846 der Stadt Düsseldorf gehörig. Director Luther hat dort eine große Anzahl kleiner Planeten entdeckt.

Bonn besitzt eine schöne Universitätssternwarte, unter dem gegenwärtigen Director Argelander erbaut. Ein Heliometer mit Objectiv von 160 Millimeter, ein Meridiankreis von Pistor und Martins mit 110 Millimeter Oeffnung sind die Hauptinstrumente.

Bothkamp bei Kiel in Holstein besitzt eine Privatsternwarte von Herrn von Bülow 1870 vollendet, versehen mit einem vorzüglichen Aequatoreal von 290 Millimeter Oeffnung. Dr. Vogel, der Leiter dieser Sternwarte, beschäftigt sich hauptsächlich mit spectral-analytischen Untersuchungen der Gestirne.

Breslau (Galle ist Director) hat eine kleine Sternwarte auf dem Universitätsgebäude, den jetzigen Anforderungen nicht mehr entsprechend.

Gotha, wo die erste Sternwarte von Zach 1791 auf dem Seeberge erbaut wurde, hat jetzt eine neue Sternwarte in der Stadt unter Hansen's Leitung. Das Hauptinstrument ist ein Aequatoreal von 110 Millimeter Oeffnung, mit einer von Hansen erfundenen eigenthümlichen Montirung, in der auf Aufhebung der Durchbiegung der Achsen besonders Rücksicht genommen ist.

Göttingen besitzt eine Universitätssternwarte, unter Gauß 1813—15 erbaut, mit einem Reichenbach'schen und einem Repsold'schen Meridiankreise. Director ist gegenwärtig Klinkerfues.

Hamburg (Director G. Rümker), hat eine Sternwarte, theils auch nautischen Zwecken gewidmet, unter C. Rümker 1830 vollendet, mit einem Repsold'schen Meridiankreise von 110 Millimeter Oeffnung und einem Aequatoral von 260 Millimeter Oeffnung.

Königsberg (Director C. Luther), hat eine Universitätssternwarte, welche unter Bessel von 1811—13 erbaut wurde, mit einem Repsold'schen Meridiankreis und einem vorzüglichen Heliometer von Fraunhofer von 160 Millimeter Oeffnung.

Leipzig hatte seine Universitätssternwarte von 1794—1861 auf der Pleißenburg und besitzt seit 1861 eine neue unter dem gegenwärtigen Director Bruhns erbaute mit einem Meridiankreis von Pistor und Martins von 160 Millimeter Oeffnung und einem Aequatoreal von 220 Millimeter Oeffnung.

Lübeck hat eine kleine nautische Sternwarte unter Director Thiel's Leitung.

Manheim (Director Schönfeld), besitzt seit 1772 eine Sternwarte auf einem hohen Thurme.

München (Director Lamont) hat seit 1817 eine gute Sternwarte in Bogenhausen unter Soldner erbaut, das Hauptinstrument ist ein Fraunhofer'scher

Refractor von 270 Millimeter Oeffnung und ein Meridiankreis (1 Meter Durchmesser) von Reichenbach von 110 Millimeter Oeffnung.

Kleinere Sternwarten waren früher thätig in Danzig, Marburg, Speier, Tübingen, auch existiren solche in Halle, Jena u. s. w.

Oesterreich hat zwei Sternwarten in Wien, die eine unter C. von Littrow's Direction auf dem alten Universitätsgebäude, die andere ist eine Privatsternwarte von dem Astronom Th. von Oppolzer erbaut; ferner eine Sternwarte in Prag (Director Hornstein), eine in Krakau (Director Karlinski), eine in Kremsmünster (Director Abt Reslhuber); vier davon befinden sich auf hohen Gebäuden, nur Krakau entspricht den jetzigen Anforderungen an Sternwarten theilweise. Die Instrumente sind in Wien und Krakau Meridiankreise von 1 Meter und Aequatoreale mit etwa 160 Millimeter Oeffnung.

Die Sternwarten in Ofen, Olmütz und Senftenberg (die beiden letzten Privatsternwarten) sind eingegangen.

Die Schweiz hat eine kleine Sternwarte in Genf (Director Plantamour), eine neue 1859 unter Hirsch erbaute in Neuenburg, mit einem Meridiankreis von 1 Meter Durchmesser und 130 Millimeter Oeffnung von Ertel in München, und eine neue eidgenössische Sternwarte in Zürich (Director Wolf).

Italien besitzt Sternwarten in Bologna; in Florenz (Director Donati) wird eine neue mit einem großen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung gebaut; in Mailand (Director Schiaparelli) ist eine Universitätssternwarte auf dem Gebäude Brera; in Modena ist Ragona Director; in Neapel ist Gasparis Director und hat eine neue Sternwarte mit einem Repsold'schen Meridiankreis erhalten; in Padua ist Director Santini; in Palermo ist Director Cacciatore, unter Piazzi hatte die Sternwarte eine große Berühmtheit; in Rom gibt es zwei Sternwarten: eine auf dem Capitol unter Respighi und eine im Collegio Romano unter Secchi, diese mit einem Aequatoreal von 240 Millimeter Oeffnung; ferner ist noch eine kleine Sternwarte in Turin auf einem Thurme.

Griechenland besitzt eine Sternwarte in Athen, 1847 vom Baron von Sina errichtet, wo mit noch kleinen Instrumenten Jul. Schmidt thätig ist.

Rußland besitzt eine Menge sehr schöner neuer Sternwarten. In Dorpat (1804 erbaut) wurde unter W. Struve ein Refractor von 240 Millimeter Oeffnung und ein Reichenbach'scher Meridiankreis erworben. Struve's Nachfolger wurde Mädler und gegenwärtig ist Claußen Director. In Helsingfors, 1831—33 unter Argelander errichtet, befindet sich ein Reichenbach'scher Meridiankreis und ein Refractor von 170 Millimeter Oeffnung, Director ist jetzt Krüger. In Kasan (Director Kowalski) ist die Sternwarte 1814 erbaut, sie besitzt einen Fraunhofer'schen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung. In Moskau (Director Schweizer) ist ein Repsold'scher Meridiankreis und ein Refractor von 270 Millimeter Oeffnuung. Nicolajeff, Director Hübner, hat eine Navigationssternwarte; eine Universitätssternwarte ist in Odessa (Director Berkiewicz). In Kiew (Director Chandrikow) hat die Sternwarte einen Refractor von 240 Millimeter Oeffnung, in Wilna (Director Smislow) einen heliographischen Apparat, um Sonnenphotographien anzufertigen; in Warschau ist 1824 eine Sternwarte vollendet, in der sich ein Reichenbach'scher Meridiankreis befindet. Director ist gegenwärtig Wostokoff. In Petersburg ist eine Universitätssternwarte unter Sawitsch's Direction auf einem Thurme. In Pulkowa ist die größte Sternwarte, 1839 unter W. Struve vollendet, dem als Director sein Sohn O. Struve folgte, ausgerüstet mit den vorzüglichsten Instrumenten, mit einem Repsold'schen Meridiankreis von 1 Meter und 140 Millimeter Oeffnung, einem Refractor von 380 Millimeter Oeffnung, einem Heliometer von 190 Millimeter Oeffnung und einer großen Menge neuer Instrumente, z. B. einem Verticalkreise u. s. w.

Schweden und Norwegen besitzen Sternwarten in Lund, 1866 erbaut, Director ist Möller, mit einem Refractor von 240 Millimeter Objectivöffnung; in Upsala, Director Svanberg, erbaut 1854, mit einem ebenso großen Instrumente als in Lund. Eine alte mische Sternwarte ist in Stockholm, Director Gylden; eine Universitätssternwarte hat ferner Christiania, Director Fearnley, mit einem Repsold'schen Meridian instrument und einem Refractor von 190 Millimeter Oeffnung. Eine kleine Sternwarte ist noch in Bergen.

Dänemark hat eine neue Sternwarte, im Jahre 1858 erbaut, in Kopenhagen unter d'Arrest's Leitung mit einem Meridiankreis von Pistor und Martins von 130 Millimeter Oeffnung und einem Refractor, dessen Objectiv 270 Millimeter Oeffnung hat.

Großbritannien und Irland besitzt eine sehr große Anzahl von Sternwarten, sowol Staats-, Universitäts- als Privatsternwarten. Die Sternwarte in Greenwich wurde 1674 vollendet, und Flamsteed war ihr erster Director, dem Halley, Bradley, Bliß, Maskelyne, Pond und Airy folgten; sowol unter Bradley wie unter Airy wurden die Instrumente erneuert und gegenwärtig sind die Hauptinstrumente ein Meridiankreis mit 200 Millimeter Oeffnung, ein Aequatoreal von 325 Millimeter Oeffnung und ein Altazimuthinstrument. Oxford hat eine Sternwarte, zur Zeit unter R. Mains' Leitung, zu der der Herzog von Marlborough das Terrain, Dr. Radcliffe die Mittel schenkte, und die 1772 gegründet wurde. Die Sternwarte besitzt jetzt einen Meridiankreis, sowie ein Repsold'sches Heliometer von 190 Millimeter Oeffnung. Eine Sternwarte in Cambridge (Director Adams) ist 1820 errichtet, der Meridiankreis hat 130 Millimeter Oeffnung, ein vom Herzog von Northumberland geschenktes Aequatoreal mißt 325 Millimeter Oeffnung. Dublin ist in neuester Zeit unter Brünnow's Direction mit einem Aequatoreal von 300 Millimeter Oeffnung versehen und erhält einen großen Meridiankreis von Pistor und Martins. Die Sternwarte in Durham steht unter Chevallier's Direction; die 1818 erbaute in Edinburg, zur Zeit unter Smyth, besitzt einen Repsold'schen Meridiankreis von 160 Millimeter Oeffnung; die in Glasgow unter Grant hat einen ähnlichen Meridiankreis von Ertel; auf der Sternwarte in Kew beschäftigen sich Stuart und Löwy besonders mit Beobachtungen der Sonne, meteorologischen und magnetischen Beobachtungen. Liverpool hat eine neue Sternwarte erhalten, das Aequatoreal hat 200 Millimeter Oeffnung; die Sternwarte am Stonyhurst College erhielt 1867 eine neue Kuppel und ein gleich großes Aequatoreal wie Liverpool es hat; die Sternwarte in Armagh ist 1793 errichtet und Robinson hat einen guten Sternkatalog angefertigt. In Portsmouth ist eine Marinesternwarte.

Von den Privatsternwarten besitzt die von Lord Rosse in Birr-Castle das schon erwähnte große Spiegelteleskop mit Spiegel von fast zwei Meter Oeffnung. In Cardington bei Bedford hat Mr. Whitbread eine Sternwarte; in Chart (Surrey) ist Carrington beschäftigt; in Cranford bei London arbeitet Warren de la Rue mit einem Spiegelteleskope von 300 Millimeter Oeffnung an photographischen Aufnahmen des Mondes

und anderen Himmelskörper; in Crumpsall bei Manchester hat Worthington sein Observatorium. In London hat Mr. Bishop die Sternwarte seines Vaters, jetzt in Twickenham, an der Hind mit dem Aequatoreal von 180 Millimeter Oeffnung beobachten läßt. Eine andere Sternwarte in London (in Leyton) errichtete Mr. Barclay. Auf einer Privatsternwarte in Tarn Bank mißt Mr. Fletcher besonders Doppelsterne, in Tulse-Hill bei London untersucht Mr. Huggins mit einem ihm von der englischen astronomischen Gesellschaft verschafften Aequatoreal von 380 Millimeter Oeffnung die Spectra der Himmelskörper.

Holland besitzt zwei Sternwarten: eine neue in Leyden, 1860 unter Kaiser erbaut, das Hauptinstrument ist ein Meridiankreis von Pistor und Martins mit 160 Millimeter Oeffnung, der Refractor hat 190 Millimeter Oeffnung; die in Utrecht 1853 neu errichtete Sternwarte hat ein Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung.

Belgien hat seine Sternwarte unter Quetelet's Direction in Brüssel theils noch mit Instrumenten älterer Construction versehen.

Frankreich besitzt eine große Sternwarte in Paris, welche unter Ludwig XIV. von 1668—71 erbaut wurde, und deren erste Directoren die Cassinis waren. Unter Leverrier's Directorat wurde ein großes Aequatoreal von 300 Millimeter Oeffnung und ein Meridiankreis mit Fernrohr von 240 Millimeter Oeffnung aufgestellt. Director ist gegenwärtig Delaunay. Eine Filialsternwarte von Paris ist unter Stephan's Leitung in Marseille, welche ein Spiegelteleskop mit Foucault'schem Silberspiegel besitzt.

In Spanien sind zwei Sternwarten, die erste in Madrid mit einem Meridiankreis von Repsold von 135 Millimeter Oeffnung und einem Merz'schen Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, die andere in San-Fernando bei Cadix ist nur eine Marinesternwarte.

Portugal hat zwei Sternwarten, eine ältere in Coimbra, eine neue in Lissabon, zu welcher ein großer, dem pulkowaer ganz gleicher Meridiankreis und ein gleiches Aequatoreal in Hamburg bei Repsold angefertigt sind.

In Amerika ist in den Vereinigten Staaten sehr viel für die Astronomie gethan worden; die meisten Sternwarten daselbst sind aus Privatmitteln errichtet und durch Dotationen verbessert. In der Stadt Albany ist durch Gould eine Sternwarte ins Leben gerufen, zu der eine Miß Dudley allein 105000 Dollars geschenkt hat. Die Instrumente sind ein großer Meridiankreis von Pistor und Martins von 160 Millimeter Oeffnung und ein Aequatoreal mit 240 Millimeter Oeffnung. Ann Arbor, im Staate Michigan, wo Watson Director, hat ebenso vorzügliche Instrumente. Cambridge bei Boston, Director ist jetzt Winlock, besitzt ein Aequatoreal von 380 Millimeter Oeffnung und einen Meridiankreis von 210 Millimeter Oeffnung. Chicago, erst neu errichtet, Director ist Safford, hat ein Aequatoreal mit Objectivglas von 425 Millimeter Oeffnung, mit welchem Clarke den Begleiter des Sirius entdeckte und außerdem einen Meridiankreis. In Clinton am Hamilton-College im Staate Neuyork hat die Sternwarte ein Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, mit welchem der Director Peters eine Anzahl kleiner Planeten entdeckt hat. Cincinnati, Director Cleveland Abbe, und Georgetown besitzen auch neuere Sternwarten, ebenso Philadelphia und Quebec. Die Nationalsternwarte der Vereinigten Staaten dagegen ist in Washington, 1842—45 erbaut, stand unter der Direction von Maury, Davis, Gillis und jetzt unter Sands, besitzt ein großes Aequatoreal von 270 Millimeter Oeffnung, einen Meridiankreis von Pistor und Martins mit 240 Millimeter Oeffnung und andere große Instrumente.

In Südamerika sind bisjetzt wenig Sternwarten. Santjago de Chile besitzt einen Meridiankreis von Pistor und Martins und wird ein Aequatoreal von 240 Millimeter Oeffnung erhalten. In Rio de Janeiro befindet sich seit kurzer Zeit auch ein Observatorium; eine neue Sternwarte in Cordoba (Argentinische Republik) unter Gould ist im Bau und eine andere soll unter P. Menten in Quito errichtet werden.

Afrika hat am Vorgebirge der Guten Hoffnung seine Sternwarte, wo Maclear lange Zeit thätig gewesen und Stone gegenwärtig Director ist. Sie ist versehen mit guten Instrumenten, einem Meridiankreis und einem Aequatoreal mit Fernrohr von $2_{,5}$ Meter Brennweite.

Asien hat thätige Sternwarten in Madras, wo ein englischer Astronom Pogson Director ist, und in Batavia (mehr zu geographischen Zwecken) unter Leitung des Holländers Oudemans. In Peking ist ein kleineres russisches Observatorium und sollte ein größeres von dem Himmlischen Reiche eingerichtet werden.

Australien hat eine Sternwarte in Melbourne, Williamstown, Director ist Ellery, mit einem Meridiankreis von 125 Millimeter Oeffnung, einem Aequatoreal von 115 Millimeter Oeffnung und einem neuen großen Spiegelteleskope; eine andere Sternwarte ist in Sydney. Eine Privatsternwarte in Windsor (in New-South-Wales) steht unter Tebbutt's Leitung; die Sternwarte in Paramatta, vor 50 Jahren von Brisbane errichtet, scheint nicht mehr in Thätigkeit zu sein.

Unsere Taf. 8 enthält die Darstellungen mehrerer Sternwarten. In Fig. 1 die Ansicht der Sternwarte in Greenwich, in Fig. 2 die Ansicht der schönen Sternwarte in Pulkowa und zwar von der Nordseite, in Fig. 3 die Ansicht von der Südseite; in Fig. 4 ein horizontaler Durchschnitt derselben; Fig. 5 und 6 sind von Leipzigs Sternwarte Darstellungen von der Nord- und Südseite, in Fig. 7 der Durchschnitt derselben.

In allen diesen Sternwarten erkennt man mit Leichtigkeit die Kuppeln für die Aequatoreale und Refractoren, die Beobachtungszimmer für Meridiankreise, Mittagsröhre und Passageninstrumente von Ost nach West. Die Sternwarte in Pulkowa hat eine Hauptkuppel und zwei Nebenkuppeln und besitzt auf ihrem Terrain noch sieben kleinere Kuppeln, die theils zur Aufstellung kleinerer Instrumente, zum Unterricht in geographischen Ortsbestimmungen oder zur Aufstellung kleinerer Refractoren, Photometer u. s. w. dienen. Die pulkowaer Hauptsternwarte hat zwei große Meridiansäle und einen Saal für einen Verticalkreis von Ost nach West (Fig. 4). Die Wohnungen der Astronomen schließen sich in zwei besondern Flügeln an die Sternwarte an. Die leipziger Sternwarte hat zwei Kuppeln und noch eine alleinstehende Kuppel zu spectral-analytischen Untersuchungen. Sie besitzt ein größeres und ein kleineres Meridianzimmer und ein Beobachtungszimmer mit Durchschnitt von Ost nach West (Fig. 7). Als Wohnungsraum des Directors dient bei derselben der westliche Anbau, als Wohnungen für die Assistenten ein Theil des östlichen Anbaues.

Fig. 8, 9, 10 enthalten das Innere der leipziger Sternwarte; in Fig. 8 ist der Kuppelraum mit dem Aequatoreal, Uhr, transportablem Fernrohr, einem Kometensucher. Fig. 9 zeigt das Innere des Meridianzimmers mit dem Meridiankreis und den nöthigen

Hülfsapparaten; Fig. 10 das Innere der kleinen östlichen Kuppel mit einem kleinen Refractor, einem Photometer u. s. w.

Zum Schlusse geben wir eine Uebersicht der geographischen Lage der hauptsächlichsten öffentlichen und Privatsternwarten in alphabetischer Ordnung, wobei die Privatsternwarten durch ein vorgesetztes Sternchen ausgezeichnet sind.

Lage der hauptsächlichsten Sternwarten.

Name des Ortes.	Geographische Breite.	Länge von Berlin in Zeit. + westlich − östlich	Name des Ortes.	Geographische Breite.	Länge von Berlin in Zeit. + westlich − östlich
	°	h m s		°	h m s
Albany	+ 42 39.8	+ 5 48 33	*London (Mr. Bishop's Obs.)	+ 51 27.2	+ 0 54 45
Altona	+ 53 32.8	+ 0 13 49	*London (Mr. Barclay's Obs.)	+ 51 34.6	+ 0 53 36
Ann Arbor	+ 42 16.8	+ 6 28 30	Lübeck	+ 53 51.5	+ 0 10 49
Armagh	+ 54 21.2	+ 1 20 10	Lund	+ 55 41.9	+ 0 0 50
Athen	+ 37 58.3	− 0 41 21	Madras	+ 13 4.1	− 4 27 23
Batavia	− 6 7.6	− 6 13 38	Madrid	+ 40 24.5	+ 1 5 20
Berlin	+ 52 30.3	0 0 0	Mailand	+ 45 28.0	+ 0 16 49
Bilk	+ 51 12.4	+ 0 26 30	Manheim	+ 49 29.2	+ 0 19 44
*Birr-Castle (Lord Rosse)	+ 53 5.8	+ 1 25 16	Marseille	+ 43 17.8	+ 0 32 6
Bologna	+ 44 29.8	+ 0 8 10	Melbourne	− 37 49.9	− 8 46 19
Bonn	+ 50 43.7	+ 0 25 11	Modena	+ 44 38.9	+ 0 9 52
*Bothkamp (bei Kiel)	+ 54 12.2	+ 0 13 4	Moskau	+ 55 45.3	− 1 36 42
Breslau	+ 51 6.9	− 0 14 34	München	+ 48 8.7	+ 0 7 9
Brüssel	+ 50 51.2	+ 0 36 6	Neapel	+ 40 51.8	− 0 3 24
Cambridge (England)	+ 52 12.9	+ 0 53 12	Neuchâtel	+ 47 0.0	+ 0 25 45
Cambridge (Mass.)	+ 42 22.8	+ 5 38 6	Neuyork	+ 40 52.7	+ 5 49 31
*Cardington (bei Bedford)	+ 52 6.4	+ 0 55 14	Nicolajeff	+ 46 58.3	− 1 14 19
Chicago	+ 41 50.0	+ 6 44 1	Oxford	+ 51 45.6	+ 0 58 37
Christiania	+ 59 54.7	+ 0 10 41	Padua	+ 45 24.0	+ 0 6 6
*Churt (Surrey)	+ 51 8.8	+ 0 56 37	Palermo	+ 38 6.7	+ 0 0 11
Clinton (Neuyork)	+ 43 3.3	+ 5 55 12	Paris	+ 48 50.2	+ 0 44 14
Coimbra	+ 40 12.4	+ 1 27 9	Petersburg	+ 59 56.5	− 1 7 39
*Cranford	+ 51 29.0	+ 0 55 13	Philadelphia	+ 39 57.1	+ 5 54 13
*Crumpsall (bei Manchester)	+ 53 30.8	+ 1 2 31	Portsmouth	+ 50 48.0	+ 0 57 59
Dorpat	+ 58 22.8	− 0 53 19	Prag	+ 50 5.3	− 0 4 6
Dublin	+ 53 23.2	+ 1 18 57	Pulkowa	+ 59 46.3	− 1 7 44
Durham	+ 54 46.1	+ 0 59 55	Quebec	+ 46 48.5	+ 5 33 24
Edinburg	+ 55 57.4	+ 1 6 18	Rio de Janeiro	− 22 53.8	+ 3 46 11
Florenz	+ 43 46.1	+ 0 8 33	Rom	+ 41 53.9	+ 0 3 39
Genf	+ 46 12.0	+ 0 28 58	San Fernando (bei Cadiz)	+ 36 27.7	+ 1 18 25
Georgetown-College, D. C. (B. St.)	+ 38 54.4	+ 6 1 53	Santjago de Chile	− 33 26.4	+ 5 36 —
Glasgow	+ 55 52.7	+ 1 10 47	Stockholm	+ 59 20.6	− 0 13 39
Gotha (neue Sternwarte)	+ 50 56.6	+ 0 10 44	Stonyhurst College	+ 53 50.7	+ 1 3 29
Göttingen	+ 51 31.8	+ 0 13 49	Sydney	− 33 51.7	− 9 11 25
Greenwich	+ 51 28.6	+ 0 53 35	*Tarn Bank	+ 54 39.2	+ 1 8 30
Hamburg	+ 53 33.1	+ 0 13 41	*Tulse Hill (bei London)	+ 51 26.8	+ 0 54 3
Helsingfors	+ 60 9.7	− 0 46 16	Turin	+ 45 4.1	+ 0 22 46
Kasan	+ 55 47.4	− 2 22 54	Upsala (neue Sternwarte)	+ 59 51.5	− 0 16 55
Kew	+ 51 28.1	+ 0 54 50	Utrecht	+ 52 5.2	+ 0 22 3
Königsberg	+ 54 42.8	− 0 28 24	Vorgebirge der Guten Hoffnung	− 33 56.0	− 0 30 30
Kopenhagen	+ 55 41.2	+ 0 3 16	Warschau	+ 52 13.1	− 0 30 33
Krakau	+ 50 3.8	− 0 26 16	Washington	+ 38 53.6	+ 6 1 47
Kremsmünster	+ 48 3.4	− 0 2 57	Wien	+ 48 12.6	− 0 11 56
Leyden	+ 52 9.8	+ 0 35 39	*Wien (Oppolzer's Obs.)	+ 48 12.9	− 0 11 50
Leipzig	+ 51 20.1	+ 0 4 1	Wilna	+ 54 41.0	− 0 47 37
Lissabon	+ 38 42.3	+ 1 29 57	*Windsor (Neusüdwales)	− 33 36.5	− 9 9 41
Liverpool	+ 53 24.8	+ 1 5 35	Zürich	+ 47 52.5	− 0 19 28

Erdkunde.

Bearbeitet

von

Dr. Bernhard von Cotta,
Professor der Geognosie an der Bergakademie zu Freiberg und königlich sächsischer Bergrath.

und

Dr. Johann Müller,
Professor der Physik an der Universität zu Freiburg im Breisgau und großherzoglich badischer Hofrath.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

Geologie. Bearbeitet von Prof. Dr. B. von Cotta.

Textur, Absonderung, Schichtung und Lagerung der Gesteine. (Tafel 1.)
- Textur 3
- Absonderung und Schichtung 4
- Lagerung 6

Kohlen und Steinsalz (Tafel 2) 7

Erzlagerstätten (Tafel 3) 9

Organismen der geologischen Perioden. (Tafel 4 bis 7.)
- Triasperiode 12
- Jura- und Kreideperiode 12
- Tertiärperiode 13
- Grauwackenperiode 14

Vulkane (Tafel 8) 15

Höhlen und Quellen. (Tafel 9.)
- Höhlen 16
- Quellen 17

Erdoberflächengestaltung. (Tafel 10.)
- Berg- und Felsformen 17

Seite

Innerer Bau der festen Erdkruste und der Gebirge (Tafel 11) 18

Geologische Karte von Deutschland (Tafel 12) 21

Meteorologie. Bearbeitet von Professor Dr. J. Müller. (Tafel 13 bis 16.)

Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.
- Temperatur der untern Luftschichten 22
- Temperatur der höhern Luftschichten 23
- Temperatur des Bodens und der Quellen 25
- Temperatur der Meere 25

Das Luftmeer, sein Druck und seine Strömungen.
- Größe und Variationen des Luftdrucks 26
- Winde und Stürme 27

Hydrometeore 29

Die atmosphärischen Lichterscheinungen . . 31

Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre 33

Einleitung.

Die Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes umfaßt die Gesammtheit aller wissenschaftlichen Disciplinen, deren Aufgabe es ist, die Kenntniß unsers Erdkörpers nach verschiedenen Richtungen hin zu erweitern. In diesem Sinne ist aber das Gebiet der Erdkunde ein so ausgedehntes, daß es nothwendig in mehrere selbständige Gebiete abgetheilt werden muß, und es wurden ihm deshalb auch im „Bilder-Atlas" drei verschiedene Abtheilungen zugewiesen: die Geographie, die Astronomie und die vorliegende Abtheilung Erdkunde, welche die Geologie und Meteorologie umfaßt.

Die Geographie oder Erdbeschreibung hat die Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Gestaltung der Festländer, den Zug der Gebirge und den Lauf der Flüsse, und namentlich auch die Erdoberfläche als Wohnsitz des Menschengeschlechts zu betrachten.

Die Astronomie beschäftigt sich mit der Stellung der Erdkugel in unserm Planetensystem, besonders mit den Beziehungen der Erde zur Sonne und den mit ihrer jährlichen Wanderung um die letztere zusammenhängenden Veränderungen der Insolation verschiedener Erdgürtel.

Dem auf der Erdoberfläche sich entwickelnden Thier- und Pflanzenleben und der systematischen Beschreibung der Mineralien sind die besondern Disciplinen der Zoologie, der Botanik und der Mineralogie gewidmet.

Die Geologie untersucht den Bau der festen Erdrinde sowie die Natur der Gesteins- und Felsmassen, aus denen dieselbe zusammengesetzt ist, um an der Hand der so ermittelten Thatsachen über die Entstehungsgeschichte der Erde Licht zu verbreiten.

Die Meteorologie endlich ist derjenige Theil der Erdkunde, welcher sich mit den Erscheinungen in der Atmosphäre, vorzugsweise auch mit den sogenannten Meteoren beschäftigt. Ihr fällt also die Aufgabe zu, das Walten der Naturkräfte, welche uns die Physik im Laboratorium kennen lehrt, im Großen, in der Gestaltung der Witterungsverhältnisse nachzuweisen.

Geologie.

Bearbeitet von Professor Dr. B. von Cotta.

Textur, Absonderung, Schichtung und Lagerung der Gesteine.

(Tafel 1.)

Textur.

Unter der Textur der Gesteine verstehen wir die Art und Weise, in welcher die einzelnen Mineraltheile, aus denen sie bestehen, gestaltet und untereinander verbunden sind. Am auffallendsten treten dabei die Unterschiede der Größe der einzelnen Gemengtheile hervor; hiernach unterscheidet man deutlich und undeutlich zusammengesetzte, oder gemengte Gesteine, je nachdem man ihre einzelnen Bestandtheile mit unbewaffnetem Auge unterscheiden kann oder nicht. Im letztern Falle nennt man die Gesteine auch wol dicht, im erstern körnig. Schließt dagegen eine dichte Hauptmasse einzelne krystallinische Gemengtheile oder Krystalle ein, so nennt man diese Textur porphyrartig. Ein anderer Hauptunterschied der Textur ist dadurch bedingt, daß die Gemengtheile entweder krystallinisch miteinander verwachsen sind, wie bei dem deutlich gemengten Granit, oder durch irgendein Bindemittel (etwa Thon) zusammengehalten werden, wie in den Sandsteinen und Conglomeraten. Bei deutlich gemengten Gesteinen kann man diesen Unterschied mit unbewaffnetem Auge erkennen, bei undeutlich gemengten oder dichten aber nur unter dem Mikroskop an ganz feinen Splittern oder Dünnschliffen.

Das sind die Hauptunterschiede der Textur, die sich nicht füglich durch Abbildungen darstellen lassen. Daran reihen sich aber einige Erscheinungen, die zwar nicht alle der Textur im engern Wortsinne entsprechen, aber doch dazu gerechnet zu werden pflegen. Diese lassen sich zum Theil durch Abbildungen versinnlichen, so z. B.:

1) Die oolithische Textur, welche am deutlichsten an dem sogenannten Erbsenstein von Karlsbad erkennbar ist. Derselbe besteht aus lauter kugelförmigen Körnern, gewöhnlich ungefähr von der Größe einer Erbse, welche durch kohlensauren Kalk zusammengehalten werden, während sie selbst aus radial-faserigem Kalkspat oder Aragonit bestehen, der in concentrischen Lagen einen fremdartigen Kern, z. B. ein Sandkorn, umgibt, wie das der Querschnitt einer solchen Erbse auf Taf. 1, Fig. 2 zeigt, während Fig. 1 ein ganzes Stück solchen Erbsensteins darstellt. Die Entstehung dieser sonderbaren Textur ist bei Karlsbad leicht nachweisbar. Die sehr kalkhaltigen Quellen spülen kleine Körner von dem Granit ab, aus dem sie entspringen, bewegen diese durch ihre Strömung und lagern dabei dünne concentrische Schichten um jedes Sandkorn ab, bis die so gebildete Erbse zu schwer ist, um noch vom Wasser bewegt werden zu können, worauf sie auf dem Boden liegen bleibt und mit andern Erbsen durch Kalkablagerung zusammengekittet wird. Auf eine etwas andere Weise muß allerdings der in sehr ausgedehnten Schichten oder Ablagerungen auftretende, in seiner Textur dem Erbsenstein analoge, sogenannte Rogenstein gebildet worden sein.

2) Die schieferige Textur, welche darin besteht, daß ein Gestein nach einer Ebene am leichtesten spaltet oder sogar nach dieser Richtung deutlich zerklüftet ist, tritt am deutlichsten beim Thonschiefer, Dachschiefer und Tafelschiefer auf, etwas weniger vollkommen aber auch beim Glimmerschiefer, Gneis, Chloritschiefer, an manchen Kalksteinen, Sandsteinen, Kohlen u. s. w. Sie ist entweder veranlaßt durch die parallele Lage dünner Mineralblättchen, z. B. Glimmerblättchen, welche sogleich bei der Entstehung des Gesteins eine höchst dünne und zarte Schichtung veranlaßt haben, oder durch die Einwirkung eines spätern einseitigen Drucks, wodurch man auch künstlich schieferige Textur

in manchen vorher nicht schieferigen Massen hervorbringen kann. In diesem letztern Falle ist die Schiefertextur sehr oft nicht der Schichtung parallel, während sie im erstern stets dieser parallel läuft. Ein später zu besprechendes Beispiel der Art ist Fig. 16 abgebildet.

3) Die blasige Textur vieler, besonders eruptiver oder vulkanischer Gesteine, ist dadurch entstanden, daß irgendwelche Gasarten, am häufigsten wol Wasserdämpfe, sich während des Festwerdens im Innern des Gesteins entwickelten und, da sie nicht mehr entweichen konnten, ihre Blasenform behielten. Es ist derselbe Vorgang, wie er beim Brotbacken stattfindet. Die Blasenräume der Gesteine zeigen theils regelmäßige, theils unregelmäßige, stets aber abgerundete — nie eckige — Formen. Die Verschiedenartigkeit dieser Formen läßt sich leicht durch ein Experiment erklären. Wenn man ein Glas (Fig. 3) mit einem zähen aber durchsichtigen Sirup füllt und durch ein Haarröhrchen schwach hineinbläst, so entwickelt sich an der Spitze des Röhrchens eine birn- oder ballonförmige Blase, welche so lange mit ihrem untern dünnen Ende am Röhrchen haften bleibt, bis sie eine gewisse Größe erreicht, sich ablöst und aufsteigt. Während des Aufsteigens zieht die Blase ihre untere Verlängerung sogleich ein, und bildet eine Kugel. Wird aber nun die Flüssigkeit nach einer Richtung bewegt, wie etwa in einem fließenden Lavastrom, so strecken sich die ursprünglich kugelförmigen Blasen alle nach der Bewegungsrichtung in die Länge, wie in Fig. 4. Bei unregelmäßiger Bewegung entstehen dagegen auch unregelmäßige Blasenräume, wie Fig. 5.

4) Mandelsteinartig nennt man die Textur der Gesteine, wenn ursprünglich vorhanden gewesene Blasenräume durch neue Mineralbildungen, am häufigsten Kalkspat, Kieselsubstanz oder Zeolith, ausgefüllt sind. Natürlich müssen auch diese Ausfüllungen oder Mandeln die regelmäßige und unregelmäßige Gestalt der Blasenräume annehmen. Die Art der Ausfüllung zeigt aber dabei noch eine sehr große Mannichfaltigkeit der Erscheinungen. Es ist nämlich diese Ausfüllung zuweilen durch Herabtropfen einer Solution von der Decke des Hohlraums stalaktitisch erfolgt, wie Fig. 8, oder dadurch, daß die Flüssigkeit an den Wänden hinabglitt und diese mit concentrischen Lagen bedeckte, wie Fig. 6, oder endlich in der Weise, daß die Flüssigkeit am Boden horizontale Schichten ablagerte, die dann auch mit concentrischer Bildung zusammen auftreten können, wie Fig. 7.

Absonderung und Schichtung.

Jeder Fels, mag er auch noch so schroff und kühn, oder massig und compact erscheinen, ist dennoch von unzähligen Spalten oder Klüften durchzogen, in welchen der unmittelbare Zusammenhang der Gesteinsmasse unterbrochen ist. Die Klüfte können durch später eingedrungene Substanzen wieder verkittet sein, sodaß die ursprünglich durch Klüfte getrennten Theile nicht ohne weiteres auseinanderfallen, aber der Zusammenhalt durch solche Kittsubstanzen ist doch gewöhnlich nicht so fest, daß man sich bei der Benutzung für Bauten oder größere Kunstwerke sicher darauf verlassen könnte. Daher kommt es, daß man verhältnißmäßig nur selten Felsmassen findet, aus denen sich sehr große Säulen, Platten, Gefäße oder dergleichen aus einem Stück, als sogenannte Monolithen, herstellen lassen. Einer der längsten dieser Monolithen dürfte die Alexandersäule in Petersburg sein, welche sich, aus einem Granitstück bestehend, 84 Fuß über ihren Sockel erhebt.

Diese Klüfte, welche jede Felsmasse durchziehen und in mehr oder weniger kleine oder große Stücke zerlegen, nennt man theils Absonderungs-, theils Schichtungsklüfte, je nachdem sie erst nach der Bildung des Gesteins oder während derselben durch Uebereinanderlagerung einzelner Schichten entstanden sind.

Absonderung ist die allgemeinste dieser Erscheinungen; sie hat ausnahmslos alle Gesteine betroffen, mögen sie nun wie immer entstanden sein. Schichtung findet sich dagegen vorzugsweise nur bei den Gesteinen, welche durch Wasser abgelagert wurden, hat dann aber stets auch noch das Phänomen der Absonderung nebenbei zeigen.

Betrachten wir deshalb zunächst die Verhältnisse der Absonderung etwas näher. Man pflegt allgemein zu unterscheiden unregelmäßige und regelmäßige Absonderung. Die unregelmäßige Absonderung besteht aus einer Zerklüftung nach unbestimmten Richtungen, sodaß dadurch die einzelnen, durch Klüfte getrennten Theile unregelmäßige Formen zeigen. Dabei kann die Zerklüftung eine starke oder schwache sein, d. h. die einzelnen dadurch isolirten Theile sind klein oder groß. Im erstern Falle nennt man ein solches Gestein stark zerklüftet, wie das sehr häufig besonders bei Porphyr, Grünstein, Hornstein u. s. w. vorkommt. Die größten Durchmesser der einzelnen Stücke betragen nur einige Zoll bis etwas über 1 Fuß; sind sie beträchtlich größer, ohne daß sich eine bestimmte Grenze feststellen läßt, so nennt man die Absonderung einmassige oder großmassige, wie sie sehr häufig z. B. beim Granit, Syenit, Trachyt, auch bei manchen Kalksteinen, Sandsteinen u. s. w. gefunden wird.

Es versteht sich wol von selbst, daß massig oder großmassig abgesonderte Gesteine sich weit mehr zu Bausteinen oder Kunstwerken eignen, als stark zerklüftete, die man höchstens zu Straßenschotter verwenden kann, wenn sich ihre übrige Beschaffenheit dazu eignet.

Weit auffallender und interessanter als die unregelmäßige Absonderung ist die regelmäßige, durch Klüfte, welche local nach bestimmten Richtungen orientirt sind und sich überdies noch unter gleichen oder ähnlichen Winkeln schneiden. Dadurch entsteht dann: plattenförmige, schalige, parallelopipedische, kubische, rhomboëdrische, säulen- oder pfeilerförmige Absonderung, d. h. die einzelnen durch Klüfte getrennten, in sich aber compacten Gesteinstheile gleichen mehr oder weniger diesen regelmäßigen Körpern. Man unterscheidet oft auch noch kugelförmige, concentrisch-schalige und cylindrische Absonderung; wir werden aber später sehen, daß diese krummflächigen Formen in der Regel nicht durch ursprüngliche Absonderung, sondern erst durch nachfolgende Verwitterung entstanden sind.

Wir werden zunächst versuchen, einzelne dieser regelmäßigen Absonderungsformen specieller zu schildern und durch Beispiele zu erläutern.

Plattenförmig ist sehr häufig der Granit abgesondert, so z. B. Taf. 1, Fig. 9, zuweilen auch Porphyr und Basalt. Diese Platten sehen oft ganz aus wie übereinanderliegende Schichten, bestehen aber, wenn sie nicht von Schichtung herrühren, alle ganz aus demselben Material und sind auch nicht durch fremdartige Zwischenlagen voneinander getrennt, wie das bei wirklicher Schichtung sehr oft der Fall ist. Es kommt sogar vor, daß einzelne mineralische Gemengtheile, z. B. große Feldspatkrystalle, aus einer Platte in die andere hineinreichen und nur durch eine Absonderungskluft getheilt sind, woraus sich dann ganz sicher ergibt, daß diese Kluft erst nach der Bildung des Gesteins entstanden sein kann.

Die Granitplatten haben gewöhnlich eine Dicke von 1—5 Fuß, und wenn sie in ungleichen Abständen von andern, ziemlich rechtwinkeligen Klüften durchschnitten sind, so zerfallen sie in große Parallelopipede oder Quadern. Bei Granitfelsen, welche über die Oberfläche hervorragen, sind dann die Ecken und Kanten dieser Parallelopipede oft sehr stark durch Verwitterung abgerundet, und so entsteht das, was man polsterförmige Absonderung zu nennen pflegt. Ganze Felsen scheinen zuweilen mauerartig aus lauter solchen übereinandergelegten Platten, Polstern oder Wollsäcken zu bestehen. Sind die Querklüfte der Platten nicht weiter voneinander entfernt als die Plattendicke, so nehmen die getrennten Theile eine kubische Gestalt an, und durch starke Verwitterung der Ecken und Kanten bleiben zuweilen fast kugelförmige Kerngestalten übrig. Die Platten liegen beim Granit sehr oft ziemlich horizontal, finden sich aber auch unter verschiedenen Neigungswinkeln bis zur senkrechten Stellung. Bei den Porphyren sind die Platten meist dünner, und noch dünner beim Phonolith und Basalt, wo man sie dann manchmal Tafeln oder, wenn etwas gekrümmt, Schalen genannt hat. Bei Tichlowitz oberhalb Tetschen an der Elbe findet sich ein Basalt so dünn plattenförmig abgesondert, daß die Bewohner der Umgegend diese Platten wie Blechtafeln zum Backen von Kuchen verwenden.

Werden die Platten nicht rechtwinkelig, sondern schräg, aber von untereinander ziemlich parallelen Klüften in zwei Richtungen durchschnitten, so entstehen dadurch rhomboëdrische Absonderungen, wie sie zuweilen bei dem Gneis genannten Gestein vorkommen, bei welchem dann aber die eine der Kluftrichtungen eigentlich der Schichtung entspricht.

Säulenförmig ist besonders häufig und schön der Basalt abgesondert, wie z. B. der der Fingalshöhle auf der Insel Staffa (Fig. 10), doch kommt ganz dieselbe Bildung oft auch bei Porphyren, Grünsteinen und Phonolithen vor. Wo diese Absonderungsform besonders regelmäßig auftritt, da haben die Säulen alle ungefähr die gleiche Dicke und auch eine fast constante Flächenzahl. Die Dicke schwankt aber überhaupt zwischen den ziemlich weiten Grenzen von etwa 1 Zoll bis 5 Fuß. Die ganz dünnen Säulen nennt man auch wol Stengel oder Stifte, die sehr dicken, weit weniger regelmäßigen, Pfeiler. Die Zahl der Flächen, welche die Säule begrenzen schwankt erfahrungsmäßig zwischen drei und neun. Unter drei Flächen (ohne die beiden Endflächen) kann natürlich keine Säule haben; bei weitem die meisten an Gesteinen vorkommenden sind fünf- oder sechsseitig, eine größere Zahl gehört schon zu den Seltenheiten. Wenn aber auch local die Zahl der Flächen oft gleich zu sein pflegt, so sind dennoch die Winkel, unter denen sich dieselben schneiden, nicht gleich, wodurch sich alle Absonderungssäulen sehr wesentlich von den durch Krystallisation entstandenen unterscheiden, bei denen die entsprechenden Winkel stets ganz gleich sind. Auch die Länge der einzelnen Säulen ist sehr verschieden; aus einem Stück bestehend erreichen sie sehr selten mehr als 20 Fuß Länge, aber dergleichen Stücke (Säulenglieder) stehen zuweilen an demselben Basaltfelsen viele als Fortsetzungen übereinander, sodaß, wenn man sie alle zu einer Säule rechnet, diese zuweilen eine Länge von mehr als 200 Fuß erreicht, wie z. B. bei Unkel am Rhein und an der Detonata bei Vöröspatak in Siebenbürgen. Die Gliederung dieser scheinbar sehr langen Säulen ist in der Regel durch rechtwinkelig hindurchgehende Absonderungsklüfte bewirkt; folgen diese sehr nahe aufeinander, so entstehen dadurch tafelförmig zerspaltene Säulen, z. B. beim Phonolith, wo diese Querklüfte die Säulenachse auch wol schräg schneiden. Bei manchen Porphyren zeigen sich sogar die Säulen aus mannichfach gebogenen Platten zusammengesetzt, wodurch sie dann an der Oberfläche ein damascirtes Ansehen erhalten, wie Fig. 11. Folgen die Querklüfte in Abständen aufeinander, welche ungefähr der Säulendicke entsprechen, so entstehen natürlich sehr kurze Säulenstücke, welche dann zuweilen durch Verwitterung der Ecken und Kanten in säulenförmig übereinandergehäufte Kugeln umgewandelt werden, wie an dem schönen basaltischen Lavafelsen der sogenannten Käsegrotte bei Bertrich in der Eifel (Fig. 13). Der Beginn dieser Veränderung zeigt sich zuweilen erst beim Zerschlagen der Säulen, wodurch diese nach dem Abbröckeln der Ecken in ziemlich concentrisch-schalige Kugeln mit noch ganz frischem Kern zerfallen.

Manchmal äußert sich diese Erscheinung auch wol in sehr eigenthümlicher Weise, indem die Kugeln in den Säulen gleichsam als festere Concretionen vorgebildet erscheinen und an den Abgliederungen als Kugelsegmente ineinander eingreifen wie Gelenkknochen (Fig. 12), wobei dann auch wol die durch die Säulenkanten gebildeten Ecken wie die Zacken einer Krone hervorragen.

Nachdem wir jetzt die einzelnen Absonderungsformen kennen gelernt haben, möge es gestattet sein, noch einige Bemerkungen über deren Ursache und die Ursache der Absonderung überhaupt daran anzureihen.

Alle Absonderung ist eine nothwendige Folge der Massenzusammenziehung nach ihrer Erstarrung, sei es nun durch Austrocknung oder durch Abkühlung. Wenn der Bodenschlamm eines entleerten Teichs austrocknet, so bilden sich darin mehr oder weniger weite Risse, die zuweilen sogar ziemlich regelmäßig gruppirt sind und eine Art säulenförmiger Absonderung veranlassen, und wenn der Schlackenausfluß eines Hohofens, oder ein Lavastrom, nachdem er erstarrt ist, weiter abkühlt, so zerspringt er durch wenn auch nur schmale Klüfte in einzelne Theile; das sind dieselben Vorgänge, welche auch die Absonderung der aus Wasser abgelagerten oder aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangenen Gesteine bewirkt. Sowol durch Verflüchtigung des Wassers (Austrocknung) als durch Ausstrahlung der Wärme (Abkühlung) wird das Volumen der Körper vermindert; wenn aber diese Körper so groß sind oder die Volumenverminderung so schnell erfolgt, daß die Theile sich nicht füglich gegen das gemeinschaftliche Centrum zusammenziehen können, so erfolgt Zerspaltung und Contraction der dadurch isolirten einzelnen Theile. Daher kommt es, daß ein Töpfer z. B. nie ein Gefäß von 100 Fuß Durchmesser würde herstellen können, ohne daß es zerspringt, und daß man auch niemals einen erkalteten Lavastrom finden wird, in welchem einzelne unzerspaltene Stücke einen Durchmesser von mehr als 100 Fuß haben. Je schneller die Austrocknung oder Abkühlung erfolgt, um so kleiner werden bei gleicher Masse die Theile sein, in welche sie zerspringt, weil die Partikelchen um so weniger Zeit haben, sich zu größern Massen zu concentriren, je schneller ihre Zusammenziehung stattfindet.

Dadurch erklärt es sich denn auch sehr leicht, weshalb die offenbar weniger schnell abgekühlten, sehr krystallinischen, plutonisch entstandenen Eruptivgesteine, wie Granit und Syenit, stets weniger stark zerklüftet sind als die schneller erkalteten, dichten und vulkanisch entstandenen, wie Basalt, während gewisse feinkörnige oder porphyrartige Eruptivgesteine mit dichter Grundmasse, wie Porphyre und Grünsteine, in dieser Beziehung ein mittleres Verhalten zeigen. Nicht so sicher

läßt sich diese Ursache der ungleichen Größe für die aus Wasser abgelagerten, durch Austrocknung abgesonderten Gesteine nachweisen.

Wenn man aber auch den Grund der Absonderung überhaupt und hinreichend erklären kann, so ist doch die Ursache der besondern regelmäßigen Absonderungsformen noch vollständig unbekannt. Wir wissen nur durch Erfahrung, daß Platten und Säulen stets eine bestimmte normale Stellung zu den wirksamsten Austrocknungs- oder Erstarrungsoberflächen einnehmen, und zwar liegen die Platten stets parallel diesen Flächen, während die Säulen rechtwinkelig daraufstehen, sodaß z. B. ein säulen- oder plattenförmig abgesonderter senkrechter Basaltgang im Querschnitt stets horizontal liegende Säulen oder senkrecht stehende Platten zeigt, während in ziemlich horizontal übergeflossenen Lavaströmen die Säulen senkrecht stehen. Durch Bewegungen während der Erstarrung und Abkühlung, oder durch nachher eingetretene Störungen sind diese normalen Stellungen freilich oft unregelmäßig geworden, lassen sich aber in einzelnen Fällen dennoch sehr gut auf die ursprüngliche Regel zurückführen, wie z. B. bei dem prachtvoll säulenförmig abgesonderten Basaltfelsen Weregotsch am linken Elbufer oberhalb Aussig (Fig. 14.) Hier stehen die Säulen fächerförmig gegen oben gebogen. Dieser Basaltfels füllt eine mächtige Spalte im Sandstein aus; offenbar bildeten sich die Säulen auch hier zunächst rechtwinkelig auf die Spaltenwände, in der Mitte der Spalte erfolgte aber die Abkühlung etwas langsamer als an den Seitenwänden, deshalb blieb die Basaltmasse hier etwas länger weich, in gewissem Grade plastisch, und wurde, als sich die Säulen schon gebildet hatten, noch etwas nach oben gedrängt, sodaß dadurch die Säulen eine so auffällige Stellung annahmen.

Schichtung nennt man die plattenförmige Uebereinanderlagerung der Gesteine, welche in ihrer Entstehung nacheinander begründet ist. Jede Schicht ist das Resultat eines bestimmten Zeitabschnitts. Schichtung ist deshalb vorzugsweise den aus Wasser abgelagerten Gesteinen eigenthümlich, sie kann aber auch bei ihnen nur dann deutlich hervortreten, wenn während ihrer Ablagerung gewisse, wenn auch nur kleine Unterbrechungen oder Aenderungen des Ablagerungsmaterials eingetreten sind. Diese können z. B. veranlaßt sein durch den Wechsel von Ebbe und Flut, durch hohen oder niedern Stand der Flüsse, welche Material zuführen, ja sogar durch den Wechsel der Temperatur u. s. w. Etwas der Schichtung ganz Analoges kann aber auch bei vulkanischen Gesteinen vorkommen, wenn z. B. mehrere Lavaströme übereinander hinweggeflossen sind, oder wenn in den Zwischenräumen der Lavaüberströmung vulkanische Auswurfsproducte von etwas ungleicher Beschaffenheit, oder mit Unterbrechungen, die Oberfläche bedeckt haben.

Manchmal ist es schwer, Schichtung von plattenförmiger Absonderung bestimmt zu unterscheiden; es wird aber dann allemal sehr leicht, wenn die einzelnen Schichten aus etwas ungleichem Material bestehen, wenn sie abgerundete Geschiebe oder Versteinerungen enthalten, die untereinander und der Schichtung parallel gelagert sind.

Fig. 15 stellt einen in dieser Beziehung sehr interessanten Fall aus der Steinkohlenformation von St.-Etienne dar. Hier besteht die unterste schwarze Schicht d aus Steinkohle, darüber folgt e Schieferthon, aus mehrern dünnen Schichten zusammengesetzt, dann b zwei Schichten Eisenstein, und zu oberst endlich a eine ganze Reihe von Sandsteinschichten, die durch dünne Schieferthonlagen voneinander getrennt sind. Diese Sandsteinschichten umschließen die Ueberreste in aufrechter Stellung umhüllter Baumstämme, auf die wir bei einer spätern Gelegenheit zurückkommen werden.

Ursprünglich sind natürlich alle Schichten ziemlich horizontal abgelagert worden, nur an den Rändern der Ablagerungsbecken mögen sie zuweilen schon ursprünglich unter Neigungswinkeln bis 30 Grad abgelagert worden sein, wo man aber stärkere Neigungen, oder starke Faltungen und Zerknickungen derselben vorfindet, da hat man stets eine spätere Störung der ursprünglichen Lagerung vorauszusetzen, und das wird auch da der Fall sein, wo über sehr große Flächenräume hinweg alle Schichten eine gemeinsame Neigung, wenn auch nur bis zu 20 Grad zeigen.

Dergleichen Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse können sowol durch locale Hebungen oder Senkungen der Erdkruste, durch emporsteigende Eruptivgesteine oder durch den Einsturz großer unterirdischer Hohlräume veranlaßt worden sein. Sie zeigen sich, wie schon erwähnt, in verschiedener Weise: 1) als Aufrichtung der Schichten, wie Fig. 22; 2) als mehr oder weniger starke Biegung oder Faltung, wie Fig. 17; 3) als Verwerfungen, wie Fig. 18 und 19. Fig. 18 stellt eine solche Verwerfung dar, welche durch Auftreibung des Bodens und einseitige Hebung oder Senkung während eines Erdbebens veranlaßt wurde. Fig. 19 dagegen ein vielfach zerspaltenes und dabei verworfenes Steinkohlenlager, wie dergleichen oft sehr unbequem für den Bergbau werden.

Die Schieferung der Gesteine ist, wie wir oben gesehen haben, zuweilen nichts anderes als das Resultat einer sehr dünnen Uebereinanderschichtung des Materials; in diesem Falle muß sie aber stets der Schichtung im großen oder der Wechsellagerung der Gesteine parallel laufen. Das ist jedoch oft nicht der Fall, und sie geht sogar manchmal unter sich parallel durch alle Biegungen der Schichten hindurch, wie Fig. 16.

Lagerung.

Darunter versteht man das gegenseitige räumliche Verhalten der Gesteine, welches sich gewöhnlich am leichtesten erkennen läßt, wenn sie geschichtet sind.

Von den einfachsten Fällen ausgehend, haben wir zunächst Ueberlagerung oder Auflagerung zu unterscheiden. Diese ist eine **gleichförmige**, wenn zwei geschichtete Gesteine so übereinanderliegen, daß ihre Schichten parallel sind, wie Taf. 1, Fig. 15, wobei der Neigungswinkel der Schichten zunächst nicht in Betracht kommt. Wiederholen sich dabei dieselben Schichten mehrfach, so nennt man das Wechsellagerung. **Ungleichmäßig**, oder im einzelnen Falle **übergreifend**, nennt man dagegen die Lagerung, wenn ein Gestein die Schichten eines andern durchschneidet, oder die Grenzen eines oder mehrerer anderer Gesteine überdeckt, wie Fig. 20 und 21. Aus diesem Verhalten läßt sich zugleich schließen, daß die übergreifend bedeckten Gesteine alle um ein Bedeutendes älter sind als das Bedeckende, weil man voraussetzen muß, daß das bedeckende Gestein sonst sich gleichförmig aufgelagert haben würde. Die ungleichförmige Lagerung setzt eine in der Zwischenzeit eingetretene theilweise Zerstörung und Abspülung der ungleichen überlagerten Gesteine voraus.

Außer diesen verschiedenen Formen der Ueberlagerung kommen nun aber besonders bei eruptiven Gesteinen sehr oft auch Lagerungsverhältnisse vor, welche man **Durchsetzungen** zu nennen pflegt.

Wenn nämlich irgendwo in der aus Gesteinen be-

stehenden Erdkruste Spalten aufgerissen sind, und diese Spalten, sei es nun von unten herauf oder von oben hinab, ausgefüllt wurden, so nennt man diese Spaltenausfüllungen Gänge, und jeder solche Gang durchsetzt die Gesteine, zwischen denen er liegt — bildet eine Durchsetzung, wie das in den Abschnitten über Eruptivgesteine und Erzgänge durch Abbildungen erläutert werden wird. Es versteht sich von selbst, daß die durchsetzende Masse allemal jüngerer (neuerer) Entstehung sein muß als die durchsetzte. Ueberhaupt aber sind die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Gesteine das erste und wesentlichste Hülfsmittel zur Bestimmung des relativen Alters derselben. Die organischen Reste (Versteinerungen), welche viele der aus Wasser abgelagerten (sedimentären) Gesteine enthalten, hat man erst nachträglich zur Altersbestimmung verwenden können, nachdem durch sehr zahlreiche Beobachtungen der Uebereinanderlagerung die Altersreihe der einzelnen versteinerten Thier- und Pflanzenformen festgestellt war.

Kohlen und Steinsalz.

(Tafel 2.)

Diese für uns Menschen so überaus wichtigen Bestandtheile der festen Erdkruste finden sich beide nur zwischen den sedimentären Ablagerungen, nicht in den eruptiven oder metamorphischen Gesteinen. Innerhalb der Reihe der sedimentären Ablagerungen sind sie local in bestimmte Formationen vertheilt; wenn man aber nicht blos eine einzelne Erdgegend, sondern die gesammte Erde berücksichtigt, so zeigt sich bald, daß nicht etwa blos in wenigen bestimmten geologischen Perioden, sondern in den verschiedensten geologischen Zeiträumen der Sedimentärperiode, unter den dazu geeigneten Umständen, bald hier bald da Kohlen oder Steinsalz abgelagert worden sind, nur niemals an demselben Orte beide zu gleicher Zeit, da die Ablagerungsbedingungen für sie sehr verschiedene sind.

Die Kohlenlager entstanden zu allen Zeiten aus localen Pflanzenanhäufungen, mögen diese nun in Sümpfen und Torflagern sich an derselben Stelle angehäuft haben, wo sie wuchsen, oder mögen sie erst von der Landoberfläche aus in Salz- oder Süßwasserbecken zusammengeschwemmt worden sein; ja sogar durch Anhäufung von Meerespflanzen können möglicherweise Kohlen entstanden sein, obwol man solche noch nicht sicher kennt. Die Kohlenlager wurden aber zu keiner Zeit ursprünglich als solche abgelagert, sondern stets als Pflanzentheile. Aus diesen entstanden erst durch allmähliche Umwandlung: Torf, Braunkohle, Stein- oder Schwarzkohle, Anthracit, und zuletzt, aber nur zwischen halb oder ganz krystallinischen Schiefern, der nicht mehr brennbare Graphit. Dieses ist deshalb auch die gewöhnliche Altersreihe der Kohlenvorkommnisse; d. h. Torf und Braunkohlen finden sich in der Regel in den jüngsten oder höchstens tertiären Ablagerungen, Steinkohlen und Anthracit dagegen in den ältern und ältesten. Doch ist diese Altersreihe nicht überall streng eingehalten, da der Umwandlungsproceß unter ungleichen Bedingungen schneller oder langsamer erfolgt ist.

Das Steinsalz ist dagegen, wie die für die Industrie so wichtigen Kalisalze, ein unmittelbares Ablagerungsproduct des Meeres, in welchem seit den ältesten geologischen Zeiten Auflösungen von Chlornatrium (Kochsalz) und verschiedenen andern Salzen vorhanden waren. Es findet sich deshalb in der Regel zusammen mit Gips oder Anhydrit und einigen Kalisalzen, deren Bestandtheile ebenfalls im Meerwasser aufgelöst sind und welche unter den nämlichen Bedingungen wie das Steinsalz auskrystallisirten.

Die wichtigste dieser Bedingungen scheint starke Verdunstung in mehr oder weniger abgeschlossenen Meeresbecken oder -Buchten gewesen zu sein, welche während der Verdunstung immer wieder neue Zuflüsse von Meerwasser erhielten, sodaß sie deshalb gleichsam wie große Eindampfungspfannen wirkten. Steinsalz und Gips sind deshalb sogleich als solche im krystallinischen Zustande abgelagert worden, während der Anhydrit wahrscheinlich erst durch Austreibung des Wassers, unter etwas erhöhter Temperatur aus Gips entstand. Später an die Erdoberfläche erhoben, ist aber auch der Anhydrit durch Aufnahme von Wasser zum Theil wieder in Gips umgewandelt. Die für chemische Fabriken so wichtigen Kalisalze sind in Wasser noch leichter löslich als das Kochsalz, darum findet man sie oft über demselben. Es krystallisiren nämlich die einzelnen Bestandtheile des Meerwassers bei dessen Eindampfung stets nach der Reihenfolge ihrer Löslichkeit aus, zuerst der unter allen am schwersten lösliche schwefelsaure Kalk (Gips), dann das Chlornatrium (Kochsalz), zuletzt die Kalisalze.

Taf. 2, Fig. 20 versucht bildlich die Stellung (das geologische Niveau) darzustellen, welches die in Deutschland bekannten Kohlen- und Steinsalzablagerungen in der Reihenfolge der sedimentären Formationen einnehmen. Daraus ergibt sich, daß innerhalb dieses beschränkten Erdraums beide nur in den Ablagerungen weniger Zeitperioden, oder mit andern Worten nur in bestimmten Formationen auftreten.

Nutzbare Kohlenlager kennt man in Deutschland unterhalb des noch fortwährend entstehenden Torfs nur in den Ablagerungen der Tertiär-, Kreide- und Steinkohlenperiode. Denn das dünne und unreine Lettenkohlenflötz zwischen Keuper und Muschelkalk kann nur ganz local und ausnahmsweise benutzt werden, in den Ablagerungen der genannten Perioden nehmen aber die Kohlenlager zum Theil ungleiche Niveaux ein. Die Tertiärbildungen z. B. enthalten in ihrer obern (pliocänen), mittlern (miocänen) und untern (eocänen) Abtheilung zuweilen Braunkohlenlager, und die der Kohlenperiode enthalten zwar die meisten Kohlen in der eigentlichen Steinkohlenformation, zuweilen aber auch solche im Niveau der Kulmformation, wie z. B. bei Hainichen in Sachsen. Gehen wir aber über die Grenzen Deutschlands hinaus, so finden wir abbauwürdige Kohlenflötze: in Ungarn und im Banat zwischen den Schichten der Juraperiode, in China zwischen den Ablagerungen der Triasperiode, und im europäischen Rußland zwischen und unter den Schichten des Kohlenkalksteins. Die Zeitlücken, welche da noch bleiben, sind offenbar nur zufällige und dürften durch neue Entdeckungen in andern Welttheilen bald ausgefüllt werden. Auffällig ist es allerdings, daß in ganz Westeuropa die Ablagerungen der Tertiär- und Kohlenperiode (die danach benannt ist) sich ganz vorzugsweise durch ihren Reichthum an Kohlenlagern auszeichnen, und daß selbst die nordamerikanischen und sibirischen Steinkohlen und Anthracite größtentheils demselben großen Ablagerungszeitraume angehören, wie unsere Steinkohlen. Dabei ist aber die Zahl und Mächtigkeit der Kohlenlager, sowie ihre Qualität, an den einzelnen Orten und in den einzelnen Flötzen sehr verschieden. In Deutschland kennt man die größte Zahl von übereinanderfolgenden Kohlenflötzen im Becken von Saarbrücken, nämlich 160; diese sind aber bei weitem nicht alle abbauwürdig. Die größte bekannte

Mächtigkeit erreicht ein oberschlesisches Steinkohlenflötz, aber erst einige Meilen jenseit der Grenze bei Dombrowa in Polen, nämlich 48 Fuß.

Steinsalz kennt man in Deutschland nur zwischen den Ablagerungen der Trias- und Dyasperiode. Wir brauchen aber gar nicht weit zu gehen, so finden wir die enorm mächtigen und ausgedehnten Steinsalzablagerungen Galiziens, der Marmaros und Siebenbürgens in tertiären Ablagerungen. In Algier, und wahrscheinlich auch bei Cordonna in Spanien, kommt Steinsalz zwischen den Schichten der Kreideperiode vor, im Gouvernement Perm (Rußland) in dem geologischen Niveau unsers Rothliegenden, und in Nordamerika zwischen silurischen Schichten. Auch da bleiben noch einige, aber nur wenige Zeitlücken, die durch neue Entdeckungen bald ausgefüllt werden dürften. Die Ablagerungen der Triasperiode sind in Deutschland sogar in mehrern verschiedenen Niveaux steinsalzhaltig. Nicht weit von Braunschweig erbohrte man eine schwache Ablagerung desselben im Keuper, die Salinen der Gegenden von Erfurt und Gotha und Kreuzburg bei Eisenach, sowie alle schwäbischen Salinen beziehen ihr Salz aus dem Muschelkalk; das über 1000 Fuß mächtige Steinsalzlager von Staßfurt liegt zwischen Buntsandstein und Zechstein, aber auch die oberste Abtheilung des Buntsandsteins scheint in ihrem Gips Steinsalz zu enthalten (vielleicht gehören hierher die Salinen der nördlichen Alpen). Auf Zechsteinsalz sind dagegen die Salinen von Salzungen, Köstritz, Kösen, Artern, Dürrenberg und Halle begründet.

Kohlen und Steinsalz sind so wichtige Materialien, daß sie überall mit großem Eifer gesucht werden. Für dergleichen Nachforschungen lassen sich nun zwar keinerlei bestimmte Recepte vorschreiben, vielmehr ist dabei eine reiche Erfahrung in diesem Fache das Wichtigste. Immerhin lassen sich aber doch einige kurze Andeutungen geben, die allerdings zum Theil nur den Zweck haben, veraltete Vorurtheile unschädlich zu machen.

Sucht man Kohlen in Deutschland, welches geologisch schon sehr gut bekannt ist, so wird man sie natürlich nur in den Formationen zu erwarten haben, die bei uns bereits als kohlenführend bekannt sind, und hierüber wird sich in den meisten Fällen schon durch gute geologische Karten urtheilen lassen. Sucht man aber Kohlen in irgendeinem entfernten und geologisch noch wenig oder gar nicht bekannten Lande, dann ist das Alter der Ablagerungen gar nicht mehr entscheidend, wohl aber deren petrographische Zusammensetzung. Kohlenlager kommen am häufigsten zwischen Wechsellagerungen von grauem Sandstein und Schieferthon, nur äußerst selten mit Kalkstein, Mergel oder gar mit Gips verbunden vor. Enthalten aber dergleichen Sandsteine oder Schieferthone erkennbare Abdrücke von Pflanzentheilen, so wird dadurch die Hoffnung, Kohlen zu finden, schon etwas größer als durch die bloße Anwesenheit jener Gesteine. Doch kommen zuweilen auch Schieferthone und Sandsteine mit Pflanzenresten vor, ohne brauchbare Kohlenlager zu enthalten.

Sehr oft wird die beckenförmige Gestaltung der Oberfläche oder der Schichtenstellung für ein besonders günstiges Merkmal in Beziehung auf die Anwesenheit von Kohlenlagern ausgegeben. Es ist richtig, daß das theilweise bei vielen Kohlenablagerungen zutrifft, aber keineswegs alle Kohlenformationen sind in deutlich erkennbare Becken eingelagert, und Schichten ohne jede Spur von Kohlen zeigen ebenfalls nicht selten sehr regelmäßige beckenförmige Lagerung. Weder die Anwesenheit, noch die Abwesenheit der beckenförmigen Lagerung ist daher entscheidend. Die Oberflächenform kann sich aber über einem wirklichen Kohlenbecken in Berg- und Hügelgruppen erheben, wie das der Querschnitt des Kohlenbeckens von Potschappel bei Dresden, Taf. 2, Fig. 1, zeigt. Manchmal ist auch wol ein solches Becken nur zur Hälfte vorhanden und kohlenhaltig, also eigentlich gar nicht ein wirkliches Becken, wie die ideale Zeichnung Fig. 2 zeigt. Wirklich beckenförmig gelagert ist die Steinkohlenformation des Plauenschen Grundes bei Dresden allerdings; dieses Becken ist aber durch spätere Erhebung in zwei Abtheilungen getrennt, von denen Fig. 1 nur die nordöstliche im Querschnitt darstellt, und von denen jede jetzt ein Becken für sich bildet, beiderseits von Ablagerungen jüngerer Formation überdeckt, die vom Plauenschen Grunde quer durchschnitten sind. Hier ist also mindestens die gegenwärtige Doppelbeckenform keine ursprüngliche, sondern erst durch eine spätere Hebung in der Mitte veranlaßt, welche zugleich von sehr bedeutenden Verwerfungen begleitet war, die zum Theil in Fig. 1 rechts dargestellt sind.

Dergleichen Verwerfungen haben überhaupt zuweilen sehr unangenehme Unterbrechungen in dem Zusammenhang und Niveau der Kohlenlager hervorgebracht, wovon Fig. 19 auf Taf. 1 ein sehr schlagendes Beispiel zeigt.

In Deutschland liegt sehr gewöhnlich, wie Taf. 2, Fig. 1 und 2, unmittelbar über der Steinkohlenformation das sogenannte Rothliegende, dessen Anwesenheit daher hier oft, aber nicht immer, als ein günstiges Zeichen für darunter vorhandene Steinkohlen betrachtet werden kann — nicht immer, da auch in Deutschland die Kohlenformation zuweilen unter dem Rothliegenden fehlt, oder anderwärts vorhanden ist, ohne von letzterm überlagert zu sein, wie z. B. in Westfalen, wo die Steinkohlenformation, wo sie nicht frei hervortritt, unmittelbar von Ablagerungen der Kreideperiode, oder sogar von Diluvialschichten bedeckt ist.

Die eigentliche Steinkohlenformation, welche in Westeuropa und in Nordamerika bei weitem die ergiebigsten Kohlenlager in sich birgt, enthält in ihren Sandstein- und Schieferthonschichten, zuweilen auch in dazwischengelagertem sogenannten Thoneisensteinen oder Sphärosideriten oft sehr viele Pflanzenreste, die von Geschlechtern und Species herrühren, welche größtentheils von den jetzt lebend auf der Erde vorhandenen ganz außerordentlich verschieden sind. Aus den einzelnen Abdrücken von Blättern, Früchten und Stämmen dieser Pflanzen hat man versucht, den Gesammtbau derselben abzuleiten und dann aus den vorherrschenden Arten sogar ideale Wald- und Sumpflandschaften construirt, wovon Fig. 16 ein recht anschauliches Beispiel liefert. Aus dem sumpfigen Boden beider Ufer des langsam dahinschleichenden Bachs sprossen hier vielerlei Farrnkräuter und kleine Schachtelhalme hervor, und aus diesem niedern Gestrüpp erheben sich schlanke Baumstämme meist mit sehr zierlichen Rindenzeichnungen. In dieser ganzen Waldlandschaft erblicken wir aber nicht eine einzige blütentragende phanerogame Pflanze; baumförmige Kryptogamen herrschen durchaus vor; nur vereinzelt erblicken wir dazwischen die Palmenart Noggeratia. Selbst der üppigste Tropenwald der Gegenwart besteht nicht so vorherrschend aus Kryptogamen (blütenlosen Pflanzen); noch mehr verschieden sind aber die Einzelformen. Da erblicken wir in der Mitte des Bildes einen starken längsgestreiften, und von Zeit zu Zeit abgegliederten Baumstamm, das ist entweder eine Sigillaria oder vielleicht ein mächtiger Schachtelhalmbaum (Calamites). Zu beiden Seiten desselben herrschen Schuppenbäume (Lepidodendra, Lycopodiaceae)

vor, deren Rinde mit zierlichen rhombenförmigen Narben bedeckt ist. Wir wollen nun einige dieser Pflanzen etwas näher untersuchen, wobei uns die Fig. 4 bis 19 behülflich sein werden.

Fig. 13 stellt ein Stück Calamitenstamm dar, und zwar den Steinkern (Ausguß) seines Hohlraums; die schmalen Längsleisten greifen an den etwas eingeschnürten Abgliederungen zickzackförmig ineinander, ganz wie bei unsern jetzigen Schachtelhalmen (Equiseten), die aber nirgends mehr als große Bäume gefunden werden. Zu den Calamitenbäumen der Kohlenperiode gehörte wahrscheinlich ein Theil der über Fig. 13 und 14 abgebildeten Zweige mit wirtelständigen Blättchen, doch läßt sich das nur für Asterophillum, Fig. 5, bestimmt nachweisen. Die Fig. 4 abgebildete Pflanze hat man Annularia genannt, weil bei ihr sich die Blättchen an der Basis zu einem geschlossenen Ringe verbinden, Fig. 6 dagegen Sphenophyllum, weil die Blättchen eine keilförmige Gestalt zeigen. Alle drei kommen ungemein häufig mit Calamiten zusammen in der Steinkohlenformation vor.

Fig. 15 stellt ein Stück Rinde der sehr vielen Arten von Lepidodendron, welche in der Kohlenformation gefunden werden, in natürlicher Größe dar, während darüber, Fig. 14, sich ein verkleinerter Zweig (derselben Gattung angehörig) mit einem endständigen Fruchtkätzchen befindet. Einen ganz analogen Bau wie dieser Zweig zeigen die jetzt existirenden Lycopodien, welche aber selbst in tropischen Ländern nie baumförmig gefunden werden.

Fig. 7 bis 12 stellt eine Auswahl von Farrnwedeltheilen dar, die in der Steinkohlenformation ebenfalls sehr häufig sind. Die sehr zahlreichen Farrnspecies dieser geologischen Periode hat man in eine Anzahl von Familien eingetheilt, von denen die hier repräsentirten besonders häufig und durch viele Species vertreten sind. Fig. 7 und 8 zeigt den Blatttypus der Neuropteriden, Fig. 9 und 10 den der Pecopteriden und Fig. 11 und 12 den der Sphenopteriden. Ueberreste von baumförmigen Farrn werden dagegen in der Steinkohlenformation verhältnißmäßig selten gefunden, Fig. 3 zeigt aber den äußern Abdruck eines solchen Protopteris genannten Farrnstammes.

Die am meisten charakteristischen Pflanzen der Steinkohlenzeit sind unstreitig die Sigillarien und Stigmarien. Zuerst hielt man diese für voneinander verschiedene Pflanzen; später erkannte man aber, daß die Stigmarien nur die Wurzeln der Sigillarienbäume sind, wie das Fig. 19 zeigt, während Fig. 18 einen obern Stammtheil, und Fig. 17 ein Wurzelstück mit ansitzenden Fasern für sich darstellt. Auch hiervon kennt man sehr viele Species und hat aus einigen derselben auch noch besondere Geschlechter gebildet, so z. B. aus Fig. 18 das Genus Favularia. Eine nahe Verwandtschaft dieser offenbar in Sumpfboden gewachsenen Kohlenpflanzen zu lebenden Familien ist noch nicht sicher erkannt.

Es ist zuweilen die Ansicht ausgesprochen worden, während der Steinkohlenperiode müsse eine sehr üppige Riesenvegetation auf der Erde bestanden haben. Das ist aber nach den Ergebnissen genauer Untersuchung und Vergleichung durchaus unrichtig. Allerdings kennen wir gegenwärtig auf der Erde keine baumförmigen Schachtelhalme und Lycopodiaceen mehr; diese kryptogamischen Pflanzen wurden also damals zum Theil größer als jetzt, aber dafür fehlten den Wäldern der Kohlenperiode unsere riesenhaften Tannen, Eichen, Aborne u. s. w. gänzlich, ja man hat überhaupt niemals in der Steinkohlenformation einen Stamm gefunden, der nach Dicke oder Länge diese unsere Waldbäume auch nur annähernd erreichte. 3 Fuß ist wol der größte Durchmesser, den irgendein Baumstamm der Kohlenperiode erreichte.

Auch besonders anmuthig können jene Wälder nicht gewesen sein, deren Ueberreste wir in der Steinkohlenformation finden; denn abgesehen von dem wahrscheinlich sumpfigen Boden, fehlten ihnen beinahe vollständig bunte Blüten und Früchte; kein Vogel belebte ihre Zweige, kein Säugethier durchbrach ihre Dickichte, und selbst das helle Sonnenlicht scheint ihnen durch eine stets trübe Atmosphäre entzogen worden zu sein, wie sich aus den aufgefundenen Insektenresten ergibt, die ausnahmslos solchen Arten verwandt sind, die gegenwärtig das Sonnenlicht meiden, theils nur in der Dämmerung oder bei Nacht aus ihren Schlupfwinkeln hervorkommen. Auch von größern Reptilien sind in den Schichten der Kohlenformation nur selten Ueberreste gefunden worden; die Köpfe eines Sauriers (Archaegosaurus) sind die einzigen Spuren davon. An einigen Orten findet man ziemlich viele Schalen von Süßwasserconchylien, welche, wie die Landnatur der Pflanzen, beweisen, daß das Material zu den Kohlen auf der Landoberfläche gewachsen, in den meisten Fällen auch wol auf dem Lande in Sümpfen und Landseen abgelagert worden ist; doch finden sich an einigen Orten zwischen den Steinkohlenschichten auch Abdrücke von echten Meeresfischen und Muscheln, besonders aus dem gänzlich ausgestorbenen Geschlechte Palaeoniscus, woraus sich denn ergibt, daß in diesen Fällen das ebenfalls aus Landpflanzen bestehende Material der Kohlenlager in benachbarte Meeresbuchten eingeschwemmt und da erst zur Ablagerung gelangt ist.

Erzlagerstätten.

(Tafel 3.)

Erze nennt man alle Mineralien oder Mineralverbindungen, aus denen sich mit Vortheil Metalle gewinnen lassen; es gehören dazu gediegene Metalle, Schwefelmetalle, Metalloxyde, Metallsalze und einige andere metallhaltige Verbindungen, unabhängig davon, welcher Klasse oder Ordnung des Mineralsystems sie angehören. Erzlagerstätten aber nennt man alle zur Gewinnung geeignete locale Anhäufungen solcher Mineralien, auch in dem Falle, wenn dieselben untergeordnet, außer den Erzen, einige nicht metallhaltige Mineralsubstanzen enthalten.

Dieser mehr praktische als wissenschaftliche Begriff ist daher nothwendig nicht lediglich von der Größe des Metallgehaltes an sich, sondern auch zugleich von einigen andern Umständen abhängig, so z. B. von dem Handelswerth der einzelnen Metalle, von der größern oder geringern Leichtigkeit ihrer Trennung, von den nichtmetallischen Nebenbestandtheilen, von den Preisen der Arbeitslöhne, der Brennmaterialien, des Transports u. s. w. Um das durch ein Beispiel zu erläutern, dürfte es genügen hervorzuheben, daß z. B. eine Quarzmasse welche 1—10 Procent Eisen in irgendeinem Zustande enthält, niemals ein Erz genannt werden kann, während dagegen eine Quarzmasse mit 1 Procent Goldgehalt jedenfalls ein sehr reiches Erz ist.

Gehen wir nach dieser allgemeinen Vorbemerkung zur Erläuterung der Abbildungen über.

Taf. 3, Fig. 1 stellt zunächst übersichtlich die verschiedenen Formen und Arten des Vorkommens von Erzlagerstätten dar, deren jede allerdings sehr variiren kann. Allgemein unterscheidet man Erzlager, Erzgänge, Erzstöcke und Erzimprägnationen.

Erzlager (Fig. 1 a) nennt man plattenförmige

Erzanhäufungen, welche parallel zwischen Gesteinsschichten irgendeiner Art liegen und welche ihrer ganzen Natur nach selbst als erzhaltige Schichten anzusehen sind, die ungefähr gleichzeitig, d. h. in derselben Periode mit den sie einschließenden Schichten abgelagert zu sein scheinen. Selbstverständlich muß die zunächst darunter befindliche Schicht — wie alle noch tiefer liegenden, die man gemeinsam das Liegende des Lagers zu nennen pflegt — bereits vorhanden gewesen, also etwas früher abgelagert worden sein als das sie bedeckende Erzlager; alle darüberliegenden Schichten, die man gemeinsam das Hangende nennt, dagegen etwas später.

In Form von Lagern treten vorzugsweise häufig die verschiedenen Arten von Eisenerzen auf, so namentlich Brauneisenstein, Rotheisenstein, Magneteisenstein, Spateisenstein, Sphärosiderit und Thoneisenstein; weit seltener auch die Erze anderer Metalle. Für die bergmännische Gewinnung ist die Lagerform bei hinreichender Mächtigkeit und Qualität besonders günstig wegen ihrer Regelmäßigkeit und Verbreitungsart, sowie wegen der verhältnißmäßig großen Gleichförmigkeit ihres Gehalts.

Erzgänge nennt man diejenigen Erzanhäufungen, welche Spalten in irgendeinem Gesteine ausfüllen und daher ebenfalls vorherrschend plattenförmig gestaltet sind, aber ohne daß diese Platten den Schichten des einschließenden Gesteins parallel laufen müssen, wie das bei den Lagern der Fall ist; die Richtung der Gangspalten ist vielmehr meist ganz unabhängig von der Schichtung, Schieferung oder Zerklüftung des Gesteins (sogenannten Nebengesteins) in welchem sie auftreten, wie z. B. Fig. 1 bei b, c, d, e, i und k. Doch gibt es auch Gänge (also Spaltenausfüllungen), welche der Schichtung oder Schieferung eines Gesteins parallel laufen, wie z. B. Fig. 1 f. Diese nennt man zur Unterscheidung von den gewöhnlichen Querspaltengängen auch wol Lagergänge, weil sie echten Lagern ähnlich sehen und leicht mit solchen verwechselt werden können. Tritt jedoch der Fall ein, daß ein der Schichtung oder Schieferung des Nebengesteins paralleler Gang einen andern Gang oder mehrere durchschneidet („durchsetzt"), wie z. B. f die Gänge c durchschneidet, so ist damit seine Gangnatur (d. h. Entstehung durch Spaltenausfüllung) sicher entschieden, und man muß ihn zu den Lagergängen rechnen, während echte Lager niemals vorhandene Gänge durchschneiden, sondern nur von ihnen durchsetzt werden können, wie z. B. a von b in Fig. 1.

Contactgänge nennt man diejenigen Spaltenausfüllungen, welche sich auf der Grenze zwischen zwei verschiedenartigen Gesteinen befinden, wie z. B. Fig. 1i, ein Fall der gar nicht selten vorkommt, wahrscheinlich weil auf solchen Grenzflächen besonders leicht Spalten aufrissen, die nachher ausgefüllt werden konnten.

Wenn mehrere oder viele Gänge in einer Gegend sich nach verschiedenen Richtungen durchschneiden, wie bei k, so nennt man das Netzgänge, oder auch wol gemeinsam einen Gangstock; weit häufiger kommt es jedoch vor, daß mehrere oder viele Gänge ziemlich parallel nebeneinander verlaufen (fallen und streichen), und diese bezeichnet man dann gemeinsam als einen Gangzug.

Wo irgend zwei Gänge sich in ihrem Verlaufe durchschneiden, da bilden sie ein sogenanntes Gangkreuz, so z. B. mehrfach auf Fig. 6 und bei k auf Fig. 1. Dergleichen Gangkreuze pflegen oft mehr oder bessere Erze zu enthalten als die Gänge in ihrem getrennten Verlaufe, namentlich dann, wenn jüngere Gänge ältere durchschnitten haben, was dann häufig mit sogenannten Verwerfungen (theilweisen Verschiebungen) der ältern Gänge verbunden war, wie mehrfach in Fig. 6.

Wenn dagegen ein Gang sich in zwei zerspaltet, „gabelt", wie c, Fig. 1, und b, Fig. 9, so nennt man die kleinere Abzweigung ein Seitentrum.

In Gängen pflegen weit mannichfaltigere Erze und andere Mineralien (sogenannte Gangarten) vorzukommen als in Lagern, worauf wir demnächst noch zurückkommen werden.

Erzstöcke oder stockförmige Erzlagerstätten nennt man massige, unregelmäßig gestaltete Erzanhäufungen in irgendeinem Gestein oder auf der Grenze zwischen zwei verschiedenartigen Gesteinen, wie z. B. l, m und n, Fig. 1. Dabei pflegt man aber noch zu unterscheiden zwischen Lagerstöcken oder liegenden Stöcken und Gangstöcken oder stehenden Stöcken. Unter ersterm versteht man solche, deren Hauptausdehnung ungefähr der Schieferung oder Schichtung des einschließenden Gesteins folgt, wie bei l, Fig. 1; unter letzterm dagegen solche, welche mit ihrer Hauptausdehnung die Schieferung oder Schichtung des einschließenden Gesteins unter ziemlich starkem Winkel durchschneiden, wie bei m. Wenn dagegen eine stockförmige Masse nur eine unregelmäßige Vertiefung der Oberfläche eines Gesteins ausfüllt, wie bei r, so nennt man das auch wol eine Erzbutze oder Rachel.

Stockförmig tritt besonders häufig Magneteisenstein auf, aber auch andere Erze kommen zuweilen stockförmig, besonders in Kalkstein, vor; so namentlich Bleiglanz, Blende und Galmei. Die Lagerstöcke gleichen ihrer Gestalt nach ungefähr großen unregelmäßigen Linsen, und diese können durch Flächenausdehnung bei geringer Dicke (Mächtigkeit) in Lager übergehen, ja manche, namentlich Sphärosideritlager, sind geradezu aus vielen einzelnen linsenförmigen Massen zusammengesetzt.

Erzimprägnationen nennt man solche Lagerstätten, deren Erztheilchen durch die Masse eines gewöhnlichen Gesteins vertheilt sind, ohne scharfe äußere Umgrenzung ihres Vertheilungsraums, während Lager, Gänge und Stöcke in der Regel ziemlich bestimmte äußere Grenzen zeigen.

Dabei können Imprägnationen durch die allgemeine Gestalt des Raums, den sie einnehmen, sich der Form nach sowol den Lagern als den Gängen und Stöcken nähern, weshalb man denn auch lagerförmige (wie bei n Fig. 1), gangförmige (bei o) und stockförmige Imprägnationen unterscheidet. Nur selten kommen Erzimprägnationen ganz selbständig, d. h. ohne Verbindung mit bestimmter abgegrenzten Lagerstätten vor, d. h. sie begleiten in den meisten Fällen Lager oder Gänge in ihrem Hangenden und Liegenden, wie bei o, Fig. 1, oder sie umhüllen allseitig stockförmige Massen.

Da die Erzgänge die wichtigste und interessanteste Gruppe von Erzlagerstätten bilden, so sind einige ihrer Eigenthümlichkeiten durch folgende Figuren: 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8, specieller erläutert worden. Hierzu noch Folgendes: In den Gängen treten mit den Erzen oft innig verbunden gewöhnlich einige nicht metallhaltige Mineralien, zuweilen auch Bruchstücke oder zerriebene Theile des Nebengesteins auf, die man zum Unterschied von den eigentlichen Erzen Gangarten zu nennen pflegt. Die häufigsten sind Quarz, Kalkspat, Braunspat, Manganspat, Eisenspat, Schwerspat und Flußspat; außer diesen kommen aber noch zahlreiche andere Mineralien zuweilen als Gangarten vor. Die Erze und Gangarten sind nun in den Erzgängen auf verschiedene Weise verbunden, und bringen dadurch

Texturerscheinungen hervor, die zum Theil allerdings mit denen der Gesteine übereinstimmen, zum Theil aber auch davon verschieden sind. Die Figuren 3, 4 und 8 stellen neben andern Gangerscheinungen einige besonders charakteristische Texturverhältnisse dar.

Ganz besonders interessant und lehrreich ist die sogenannte Lagentextur vieler Erzgänge, wovon Fig. 3 ein ausgezeichnetes Beispiel liefert. In diesem Falle ist die von a bis a geöffnete Spalte nach und nach durch zehn untereinander etwas verschiedene Mineralagen ausgefüllt worden, die auf der Abbildung durch die Buchstaben a bis l in ihrer chronologischen Aufeinanderfolge bezeichnet sind. Zuerst bildete sich an beiden Spaltenwänden die aus Blende bestehende Lage a aus, darüber die Quarzlage b, dann eine Flußspatlage c, und so fort bis l, welches die mittelste aus Kalkspat bestehende Doppellage ist. Da diese beiderseitig angesangene Doppelschicht den noch übrigen Spaltenraum nicht allenthalben vollständig erfüllte, so blieben theilweise flache Hohlräume übrig, in welche der Kalkspat auskrystallisirte und so mittlere Druſenräume bildete.

In diesem Falle ist die Anordnung der einzelnen Mineralagen eine durchaus symmetrische von den Spaltenwänden oder sogenannten Saalbändern des Ganges nach der Mitte zu, und die einzelnen Lagen bestehen meist aus gänzlich voneinander verschiedenen Mineralsubstanzen; das ist aber keineswegs immer der Fall; nicht selten bestehen die meisten einzelnen Lagen aus derselben Mineralsubstanz, und unterscheiden sich nur durch etwas verschiedene Färbung oder Krystallisation voneinander, wie das namentlich bei den sogenannten Bandachatgängen der Fall ist, in denen man zuweilen mehr als hundert regelmäßig aufeinanderfolgende, nur etwas ungleich gefärbte Lagen von Kieselsubstanz unterscheiden kann.

Auch die symmetrische Anordnung der Lagen ist zuweilen unterbrochen oder gestört, indem einzelne Mineralagen nur einseitig auftreten oder in einer falschen Stellung eingeschoben erscheinen, welche letztere Abweichung von der normalen Symmetrie meist dadurch erklärt werden kann, daß nach der ersten Ausfüllung der Spalte in dem so weit fertigen Gange aufs neue Spalten aufgerissen sind, die der ersten Spalte mehr oder weniger parallel verlaufen, und nun nachträglich von Mineralsubstanzen erfüllt wurden. Auf diese Weise scheint z. B. der Fig. 2 dargestellte Fall am einfachsten erklärt werden zu können.

Fig. 4 stellt eine etwas unregelmäßig zerspaltene, und von Erzgängen durchzogene Felswand des Monte-Calvi in Oberitalien dar, in welcher sich die Erze und Gangarten derart concentrisch-schalig gruppirt haben, daß dadurch sogenannte Ringerze oder Cocardenerze entstanden sind, welche im Querbruch concentrische Lagen von ungleicher Beschaffenheit und Farbe zeigen.

Fig. 8 zeigt den Durchschnitt eines sogenannten Doppelganges, welcher durch Ausfüllung zweier parallel neben- und nacheinander aufgerissener Spalten zu erklären ist. In der durch a und b bezeichneten Spalte ist zuerst eine krystallinische Quarzlage (a) an beiden Spaltenwänden abgelagert worden, und dann wurde der mittlere Raum (b) durch eine Breccie ausgefüllt, deren aus Blende und Bleiglanz bestehende Bruchstücke durch krystallinischen Quarz verbunden sind, welcher die einzelnen Stücke radial umstrahlt. Die Spalte zwischen a und c scheint dann später aufgerissen und durch ganz andere Materialien ausgefüllt worden zu sein.

Fig. 9 zeigt uns in schieferigem Gneis einen ältern, aus Blende und Bleiglanz massig zusammengesetzten Gang, welcher von einem jüngern Schwerspatgange durchsetzt ist, der im obern Theil der Figur sich verzweigt.

Fig. 6 liefert einen idealisirten Querschnitt der sehr verwickelten Gesteins- und Gangverhältnisse eines Zinnerzgebiets in Cornwall. Hier besteht die Gegend vorherrschend aus dem von den dortigen Bergleuten Killas genannten Thonschiefer (K). Dieser ist zunächst local unterbrochen und durchsetzt von mächtigen Granitmassen (G), welche hier und da auch kleine gangförmige Ausläufer in den Thonschiefer bilden. Diese beiden Gesteine sind nun aber wieder mehrfach gangförmig durchsetzt von einer Art Quarzporphyr (P), welchen in Cornwall die Bergleute Elvans zu nennen pflegen. Noch später sind dann zahlreiche Spalten aufgerissen, in welchen sich Zinnerze und zum Theil auch Kupfererze, zugleich mit verschiedenen andern Mineralsubstanzen, ablagerten. Diese Erzgänge sind auf der Abbildung durch schwarze Linien dargestellt, und es ist aus den Beziehungen dieser Linien zueinander zugleich erkennbar, daß diese Spalten in verschiedenen Zeiten nacheinander aufgerissen und ausgefüllt worden sein müssen, denn sie kreuzen sich nicht nur vielfach, sondern durchsetzen und verwerfen sich auch ziemlich häufig, so namentlich unter v und e. Die kleine Partie bei S deutet ein sogenanntes Zinnseifenlager an, welches hier offenbar durch theilweise mechanische Zerstörung, Ab- und Anschwemmung von Zinnerzgängen entstanden ist, und aus welchen sich das Zinnerz nun um so leichter gewinnen läßt.

Fig. 7 stellt den Querschnitt eines solchen sogenannten Seifenlagers am Ural dar, aus welchem aber nicht Zinnerz, sondern kleine Goldkörner aus den Sand-, Lehm- und Geröllschichten b und c gewonnen werden, die hier die unebene Oberfläche von krystallinischen Schiefergesteinen (a) überdecken, und selbst wieder von einer unhaltigen Bodenschicht theilweise überdeckt werden. Alle Seifenlager — deren Benennung von der Methode ihrer Gewinnung, dem Auswaschen oder Ausseifen herrührt — haben das Gemeinsame, daß man in ihnen keine festanstehenden Erze, sondern nur lose eingestreute Körner oder Blättchen eines specifisch schweren und zugleich schwer zerstörbaren Metalls, wie Gold und Platin, oder Zinnerz, weit seltener auch Edelsteinkörner (wie Diamanten) findet, die den mechanischen und chemischen Einwirkungen des Wassers großen Widerstand leisteten.

Fig. 5 stellt nun schließlich noch einen sehr sonderbaren Fall von Verwerfung dar, bei dem es zunächst den Anschein gewinnen kann, als wenn gegen alle Wahrscheinlichkeit der jüngere Gang b, welcher einen ältern a sehr deutlich durchschnitten (durchsetzt hat), dennoch von dem ältern a sogar zweimal verworfen sei, was nach der streng mathematischen Theorie der Verwerfungen eine absolute Unmöglichkeit ist. Dieses Räthsel löst sich indessen sehr einfach durch die Voraussetzung, daß an den Saalbändern (Spaltenwänden) des ältern Doppelganges a, nachdem er bereits von b durchsetzt war, nochmals Spalten aufgerissen sind, welche mit Verschiebung der Massen verbunden waren, ohne ausgefüllt zu werden — d. h. ohne wirkliche Gänge zu bilden —, wie das sehr häufig geschehen zu sein scheint. Dergleichen Spalten nennt man Verwerfungskluft.

Organismen der geologischen Perioden.

(Tafel 4 bis 7.)

Die Tafeln 4 bis 7 stellen charakteristische Beispiele von Organismen verschiedener geologischer Perioden

dar, deren Ueberreste man im fossilen (versteinerten) Zustande aufgefunden und danach zum Theil möglichst ergänzt hat. Da aber diese vier Tafeln nicht chronologisch geordnet sind, so dürfte es zweckmäßig sein, der Besprechung der einzelnen hier eine dem Alter der durch sie dargestellten geologischen Zeiträume entsprechende Reihenfolge vorauszuschicken.

Grauwackenperiode, umfassend die cambrische, silurische und devonische Zeit, Taf. 7, welche jedoch am untern Rande auch noch einige Pflanzenreste der Kohlen- und Dyasperiode enthält, deren wichtigste bereits auf Taf. 2 dargestellt wurden. — Kohlenperiode, Taf. 2. — Triasperiode, Taf. 4. — Jura- und Kreideperiode, Taf. 5. — Tertiärperiode, Taf. 6.

Triasperiode

Nach den in Deutschland bekannten Ablagerungen pflegt man die Triasperiode in eine Buntsandstein-, Muschelkalk- und Keuperzeit einzutheilen. Aus allen diesen Zeitabschnitten sind auf Taf. 4 einige Organismen, zum Theil in etwas idealisirter Ergänzung dargestellt. Während der ganzen Triasperiode scheint Deutschland local wechselnd Land- und Meeresboden gewesen zu sein, denn man findet Reste von Land- und Meeresorganismen theils in verschiedenen, miteinander wechselnden Schichten, theils sogar in denselben Schichten beisammen, in welchem letztern Falle die Landpflanzenreste als in eine flache Meeresbucht eingeschwemmt anzusehen sind. Die Pflanzen und Thiere dieser Periode waren jedenfalls sehr verschieden von allen denen, welche heute auf der Erde leben; auch zeigt sich in der Vertheilung ihrer fossilen Reste noch keine Spur deutlicher Klimazonen.

Fig. 5 auf Taf. 4 stellt eine ideal componirte Gruppe von Bewohnern jenes Meeres und seiner Ufer dar, aus welchem die Muschelkalkformation abgelagert worden ist, während Fig. 1 bis 4 und 6 bis 14 einzelne für diesen geologischen Zeitraum besonders charakteristische Reste von Meeresbewohnern bringen, deren Namen am untern Rande der Tafel angegeben sind. In dem stark bewegten Meer auf Fig. 5 schwimmen zwei vom benachbarten Lande eingeschwemmte Baumstrünke, auf deren einem ein riesiger Notosaurus hinaufzuklettern bemüht ist, wahrscheinlich weil seine vier Füße weit besser zum Fortbewegen auf dem Lande als zum Schwimmen in stürmischen Fluten eingerichtet waren. Ein ganz ähnliches Reptil hat wol aus gleichem Grunde sich auf eine benachbarte Felsklippe gerettet, auf deren flacher Ausbreitung zahlreiche Seethiere verschiedenster Art ausgespült wurden, deren fossile Reste zum Theil auf unserer Tafel speciell abgebildet sind.

Fig. 1: Nautilus bidorsatus, eine längst ausgestorbene Species der Nautileen, welche noch jetzt das Meer bewohnen, während Fig. 4, Ceratites nodosus, einem Geschlechte der Ammoneen angehört, die seit dem Schluß der Kreideperiode überhaupt vollständig ausgestorben zu sein scheinen, während sie in der Juraperiode ihre größe Blüte erreichten.

Fig. 2: Encrinus liliiformis, muß in der Muschelkalkzeit ungemein zahlreich den Meeresboden bewohnt haben, denn es finden sich in dieser Formation weit ausgedehnte Schichten, die fast nur aus den unter 2 besonders abgebildeten Stielgliedern dieses längst erloschenen Crinoideen bestehen.

Fig. 6, 8, 9, 12 und 13 stellen einige besonders charakteristische Conchylien desselben Zeitraums dar, 10 einen Krebs, 11 einen Seestern und 14 eigenthümliche innere Organe gewisser Cephalopoden; Fig. 17 eine ideal zusammengestellte Landschaft der Keuperzeit; zwischen Hügeln, die nur sparsam von Cycadeen und Farrn bewachsen sind, dehnt sich ein sumpfiges Thal aus, von dessen Boden sich riesige Schachtelhalme und andere Sumpfpflanzen erheben. Von den erstern liefert Fig. 7 eine speciellere Zeichnung. Das scheußliche Reptil auf Fig. 17 ist ein Mastodonsaurus, dessen Kopfreste ziemlich häufig im Keuper gefunden werden. In derselben Formation sind auch bisjetzt die ältesten Säugethierreste gefunden worden, wovon Fig. 19 eine Kinnlade darstellt.

Die Buntsandsteinformation enthält in Deutschland verhältnißmäßig nur wenig organische Reste, darunter einige Pflanzenabdrücke, Fig. 18, welche von Araucarien ähnlichen Bäumen herzurühren scheinen, sowie höchst merkwürdige Fußeindrücke (Fährten) eines sogenannten Chirosaurus genannten Reptils, die man in der Gegend von Hildburghausen ziemlich häufig auf den Schichtflächen eines Sandsteins findet.

Jura- und Kreideperiode.

Taf. 5 enthält Abbildungen einiger besonders charakteristischer Lebensformen der Jura- und Kreideperiode.

Fig. 4 zunächst eine nach Oswald Heer ideal zusammengestellte Küstengegend der Jurazeit. Vom flachen Meeresgrunde wachsen mancherlei Korallen, Schwämme und Crinoideen empor, zwischen denen die Schalen von verschiedenen Conchylien umherliegen, die zum Theil am Rande der Tafel speciell abgebildet sind. Die nur flach über den Meeresspiegel erhebenden Klippen und Inseln — zum Theil Koralleninseln — sind mit einer üppigen Vegetation bedeckt, die vorherrschend aus Farrn, Cycadeen und Palmen besteht.

Fig. 19 bringt dagegen eine ideal ergänzte Thiergruppe aus dem Zeitraum zwischen Jura- und Kreideperiode, in welchem die Wielden- und Deisterformation abgelagert worden sind.

Nach diesen beiden belebten Landschaftsbildern wollen wir die auf unserer Tafel dargestellten, besonders charakteristischen fossilen Thierformationen beider Perioden etwas näher betrachten, und zwar zunächst die der Jurazeit. Fig. 5, 6 und 7 stellen drei höchst merkwürdige Reptilien dieses Zeitraums dar; Fig. 5 eine sogenannte Flugechse (Pterodactylus); das war, nach mehreren im lithographischen Kalkstein von Solenhofen gefundenen Skeleten, ein mit scharfen Zähnen bewaffnetes eidechsenartiges Thier, welches vermittels fledermausartiger Flughäute sich durch die Luft bewegen konnte, während lange Krallen an den Extremitäten vielleicht dienten, seine Beute zu erfassen oder sich selbst an Baumästen anzuklammern. Fast ebenso abweichend von allen jetzt lebenden Thierformen waren die Meersaurier, Fig. 6 und 7. Beide mit flossenähnlichen Schwimmfüßen, wie sie kein lebendes Reptil besitzt, vorherrschend auf das Leben im Meere angewiesen, kaum befähigt sich auf trockenem Lande fortzubewegen, beide nach ihrem Zahn- und Körperbau höchst gefräßige Raubthiere, wie sich sogar aus den von ihnen herrührenden versteinerten Excrementen (Koprolithen, Fig. 8) ergibt, welche zahlreiche Reste thierischer Nahrung enthalten. Den Plesiosaurus scheint sein schwanenartiger langer Hals dazu befähigt zu haben, den Kopf hoch über den Wasserspiegel zu erheben, um weit nach Beute auszuspähen, während dagegen der massige und plumpe Ichthyosaurus durch wahrhaft tellergroße Augen besonders befähigt gewesen zu sein scheint, auch tief unter dem Meeresspiegel noch deutlich zu sehen. Diese monströsen Reptilien haben, wie sich aus ihren Skeleten ergibt, zuweilen eine Länge von mehr als 30 Fuß erreicht, und müssen während der Ablagerung der sogenannten Liasformation in Südengland wie

Schwaben ungemein häufig gewesen sein, wie sich aus der großen Zahl von ihnen herrührender Knochen und Zähne ergibt, die man aufgefunden hat.

Unter den wirbellosen Thieren dieser Periode spielen die Cephalopoden eine ganz besonders interessante Rolle. Es lebten damals noch zahlreiche Genera und Species dieser Ordnung, die jetzt gänzlich ausgestorben sind, so namentlich Belemniten und Ammoniten, Fig. 1, 2 und 10. Von zweispaltigen Meeresmuscheln und Brachiopoden dieser Periode sind unter Fig. 9, 14 und 27 drei Beispiele abgebildet, von Strahlthieren liegen zwei unter Fig. 3 und 23.

In der Kreideperiode lebten ebenfalls noch viele Belemniten und ammonitenartige Cephalopoden, die jetzt gänzlich ausgestorben sind. Fig. 16, 24 und 25 stellen sogenannte Krüppelformen der Kreideammoniten dar, in welchen sich die bei den echten Ammoniten spiralförmig fest aufgerollte Schale theils gelöst und theilweise aufgewickelt, theils thurmförmig aufgebaut zeigt. Fig. 12 gehört ebenfalls zu den Cephalopoden dieser Periode, ist aber kein Ammonit, sondern ein echter Nautilus, dessen Nachkommen noch jetzt lebend im Meere gefunden werden. Unter den Schaligen Muscheln der Kreideperiode sind besonders zur Abtheilung der Rudisten gehörigen Hyppuriten, Fig. 17, höchst charakteristisch; aus ihren dicken Schalen bestehen beinahe ausschließlich gewisse ziemlich mächtige und weitverbreitete kalkige Ablagerungen in den Alpen und an den Küsten des Mittelländischen Meeres, die man deshalb Hyppuritenkalksteine genannt hat. Vielleicht nicht ganz so häufig, aber ebenso charakteristisch sind die Fig. 13, 15, 18 und 27 abgebildeten zweischaligen Muscheln (zum Theil Terebrateln). Aus der Klasse der Strahlthiere kommen in diesen Ablagerungen der Kreideperiode sehr viele, zum Theil in Feuerstein umgewandelte Echiniten oder Seeigel vor, zu denen z. B. auch der Fig. 22 abgebildete Spatangus gehört. Aus der Abtheilung der Ringelwürmer finden sich zuweilen massenhafte Anhäufungen von Serpula, Fig. 21, während dagegen das Gestein der weißen Kreide, wie sich unter dem Mikroskop ergibt, fast gänzlich aus den mit bloßem Auge unsichtbar kleinen Kalkschalen von Foraminiferen und Polythalamien zusammengesetzt ist, wovon Fig. 26 sehr vergrößerte Abbildungen bringt.

Tertiärperiode.

Man pflegt die Tertiärperiode in drei Hauptabtheilungen zu theilen, nämlich in die älteste oder eocäne Tertiärzeit, die mittlere oder miocäne und die neueste oder pliocäne; doch sind die Ablagerungen dieser einzelnen Zeiträume nicht immer scharf und leicht erkennbar voneinander verschieden, während dagegen auch diese Tertiärschichten sowol durch ihre Lagerung als durch Gesteinsbeschaffenheit, als durch ihre Versteinerungen scharf und leicht erkennbar von den jüngsten Ablagerungen der Kreideperiode getrennt zu sein pflegen. Alle tertiären Ablagerungen unterscheiden sich überdies auch dadurch von allen ältern, daß sie unter ihren Versteinerungen die Ueberreste einiger noch lebender Species enthalten, während in den ältern Ablagerungen von der Kreide an abwärts noch niemals solche Reste einer noch jetzt lebenden Art gefunden worden sind. Das Verhältniß der lebenden Arten zu den ausgestorbenen nimmt aber in den tertiären Ablagerungen derart stetig zu, daß, während die ältesten Schichten nur wenige Procent lebende Species enthalten, in den mittlern beinahe schon ein Drittel lebender Species zusammen mit zwei Drittel ausgestorbener gefunden werden, in den neuesten pliocänen die lebenden Arten sogar die ausgestorbenen überwiegen. Auf dieses Verhältniß begründete Lyell seine Eintheilung in eocän, miocän und pliocän. Auf unserm Bilde sind einige charakteristische Lebensformen aller drei Zeitabschnitte dargestellt.

Beginnen wir mit der nähern Betrachtung der ideal zusammengestellten tertiären Landschaft, Taf. 6, Fig. 3. Da in derselben nur solche Pflanzen dargestellt sind, deren fossile Reste im südlichen Deutschland und der Schweiz aufgefunden wurden, so geht daraus hervor, daß dieser Erdraum damals ein fast tropisches (subtropisches) Klima besessen haben muß, denn Palmen, Cycadeen u. dgl. herrschen durchaus vor; von den andern Baum-, Strauch- und Krautarten ist nur eine mächtige Araucarie auf der linken Seite deutlich erkennbar; es sind aber jedenfalls schon zahlreiche Dicotyledonen und andere üppig blühende Pflanzen darunter; während diese in den vorhergehenden geologischen Perioden noch äußerst selten gewesen sind und der Kohlenperiode wahrscheinlich ganz fehlten. Damit stimmt auch die reiche Fauna der tertiären Periode überein; man hat Reste und Spuren von zahlreichen Insekten gefunden, und auch sehr viele Knochen verschiedenartiger Säugethiere, die jedoch auf unserm Bilde nur durch zwei Riesenelefanten (Mammuth) und einige Flußpferde vertreten sind. Ein großer Salamander, Andrias Scheuchzeri (Fig. 5), ist uns als Skelet unter unserer tertiären Sumpflandschaft dargestellt. Dieses Skelet wurde schon im vorigen Jahrhundert bei Oeningen in neutertiärem Kalkstein aufgefunden und damals von Scheuchzer als homo diluvii testis bestimmt. In derselben Kalksteinlagerung finden sich sehr zahlreiche Abdrücke von Landpflanzen, Süßwasserfischen, Muscheln und Insekten.

Fig. 2 ist das in Alabama aufgefundene Skelet eines riesigen Seesäugethiers (einer Cetacee), welches anfangs für ein großes, 80 Fuß langes Reptil gehalten und in Europa unter dem Namen Hydrarchos vorgezeigt wurde.

Ungemein reich an Fischabdrücken sind besonders die eocänen Kalkschichten am Monte-Bolca in Oberitalien, und die ungefähr gleichalten Thonschiefer im Canton Glarus. Vom erstern Orte stammt der Fisch Fig. 1, vom letztern dagegen der Fig. 14. Diese letztere Localität ist namentlich deshalb von ganz besonderm geologischen Interesse, weil man daselbst in einem verhältnißmäßig kleinen Gebiet 53 Species von ausgestorbenen Seefischen entdeckte, die in keiner andern gleichalten Ablagerung bekannt sind. Fig. 9 ist der Zahn eines tertiären Haifisches, wovon ebenfalls sehr viele Species in den neutertiären Ablagerungen gefunden wurden. Unter Fig. 8 sind drei tertiäre Krebsformen abgebildet, a Telphusa speciosa, eine Seekrabbe, b Eier einer Daphnia und c Cypris faba, ein sehr kleiner Süßwasserkrebs, welcher in eine bohnenförmige Schale eingeschlossen und deshalb schwer als Krebsthier zu erkennen ist.

Fig. 11 ist die Schale eines tertiären Cephalopoden, welche sich der lebenden Gattung Argonauta anschließt.

Fig. 13 stellt 26 Arten von Meeresconchylien dar, welche in den eocänen Ablagerungen des pariser Beckens, besonders im sogenannten Grobkalk gefunden wurden, aus dem man weit über 1000 Species kennt. Da dieselben auf der Tafel nicht einzeln benannt sind, so folgt hier ein nach den beigesetzten Buchstaben geordnetes Verzeichniß:

a Cassidaria carinata,
b Strombus ornatus,
c Conus diversiformis,
d Rostellaria columbella,

e Ampullaria accumulata,
f Buccinum stromboides,
g Pyrula nexilis,
h Pleurotoma transversaria,
i Marginella ovulata,
k Harpa mutica,
l Cerithium tricarinatum,
m Oliva nitidula,
n Fusus bulbiformis,
o Bifronta laudincensis,
p Cyrena depressa,
q Natica cepacea,
r Neritina conoides,
s Pileopsis cornucopiae,
t Lucina concentrica,
u Cardium aviculare,
v Corbis tumida,
w Venericordia coravium,
x Chama lamellosa,
y Cyrena depressa,
z Cyclostoma mumia,
tz Venus turgidula.

Das sind eben nur wenige Beispiele einer ungemein reichhaltigen localen Meeresfauna der ersten Tertiärzeit, welcher auch das besonders schöne und große, unter Fig. 4 abgebildete Cerithium giganteum angehörte.

Noch einige höchst merkwürdige eocäne Schalthierformen sind unter Fig. 6, 7 und 12 abgebildet, nämlich sogenannte Nummuliten, aus deren fossilen Resten weitverbreitete mächtige Ablagerungen der ältern Tertiärzeit ganz vorherrschend zusammengesetzt sind, weshalb man dieselben auch wol Nummulitengesteine (Nummulitenkalksteine und Nummulitensandsteine) zu nennen pflegt. Diese Nummulitengesteine wurden zuerst sehr mächtig an den Alpenrändern erkannt, breiten sich aber von da aus durch das gesammte große Karpatengebiet über sämmtliche Küstenländer des Mittelländischen und des Rothen Meeres aus, und selbst auf Borneo und Sumatra scheinen sie noch ziemlich ausgedehnt vorhanden zu sein, während dagegen die deutschen, französischen und englischen Tertiärbildungen gleichen Alters nördlich von den Alpen nur höchst selten und ganz vereinzelt Nummulitenreste enthalten. Diese meist flach-linsenförmigen Gehäuse, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit Münzen „Nummuliten" genannt wurden, gehören der in der Reihe der thierischen Organismen sehr tief stehenden Ordnung der Foraminiferen an, und zeigen, wenn man sie passend durchbricht oder durchschneidet, einen spiralförmigen Bau und eine Zusammensetzung aus lauter kleinen Zellen, deren jede von einem besondern Thierchen bewohnt gewesen zu sein scheint, ähnlich wie die kleinen Zellen der Korallen. Echte Nummuliten existiren gegenwärtig nicht mehr lebend im Meere, und scheinen auch vor der Tertiärperiode, in der sie eine so außerordentliche Rolle spielten, nicht existirt zu haben.

Endlich ist unter Fig. 10 noch der Zapfen einer tertiären Sequoia (Wellingtonia) abgebildet, also demselben Genus zugehörig, dem die californischen Baumriesen angehören; sonderbarerweise scheinen aber die tertiären Sequoien bei weitem nicht die Größe der californischen erreicht zu haben, während dagegen ihre fossil aufgefundenen Zapfen zum Theil sogar noch etwas größer sind als die der californischen Riesenbäume.

Grauwackenperiode.

Grauwackenperiode oder auch Uebergangsperiode pflegt man den ältesten geologischen Zeitraum zu nennen, aus welchem deutliche organische Reste als Versteinerungen bekannt sind. Was ihm vorhergeht, wird etwas ungenau als Erstarrungsperiode oder auch wol als azoische Zeit bezeichnet. Die Grauwackenperiode theilt man aber neuerlich gewöhnlich in eine cambrische, silurische und devonische Zeit ein; an letztere schließen sich dann als noch neuer die Kohlenperiode und die Dyasperiode an, welche mit der Grauwackenperiode auch wol gemeinsam zu dem primären Zeitraum gerechnet werden, im Gegensatz zu dem secundären, welcher Trias-, Jura- und Kreideperiode umfaßt, und welche dann der tertiäre und quartäre Zeitraum folgt. Taf. 7 enthält Abbildungen von Versteinerungen aus allen drei Zeiträumen der Grauwackenperiode, und außerdem noch zwei aus der Dyasperiode.

Aus der cambrischen Zeit, in den ältesten deutlich sedimentären Gesteinen, sind nur sehr wenige sicher bestimmbare organische Reste bekannt, und darunter noch gar keine von Wirbelthieren. Es sind darin nur wenige niedere Meeresmuschelarten, undeutliche Algophyten und eine noch etwas unsichere Pflanze, Oldhamia, Fig. 6, gefunden worden; selbst von der wahrscheinlichen Foraminiferengattung Eozoon, deren Reste man in Kalksteineinlagerungen noch älterer krystallinischer Schiefer entdeckt zu haben glaubt, sind in den cambrischen Thonschiefern und Kalksteinen noch keine Exemplare aufgefunden worden.

Weit reichhaltiger ist nun schon die Flora, und besonders die Meeresfauna der Silurzeit. Dahin gehören z. B. die Fig. 1 abgebildeten sehr charakteristischen Graptolithen, von denen es eine Zeit lang zweifelhaft blieb, ob sie zu den Fucoideen oder nur zu den Cephalopoden gehörten, während sie gegenwärtig mit großer Sicherheit zu den Foraminiferen gerechnet werden. Die silurischen Ablagerungen kommen schon ziemlich häufig Orthoceratiten, Korallen, Meeresmuscheln und Trilobiten vor, von denen unsere Tafel jedoch vorherrschend einige Repräsentanten aus der etwas neuern Devonzeit enthält. In den russischen Ostseeprovinzen hat man in silurischen Thonablagerungen auch bereits recht deutliche Fischzähne gefunden, noch nirgends aber bis jetzt die Reste höher stehender Wirbelthiere.

Die Devonzeit hat nicht nur mehr, sondern darunter auch höher organisirte fossile Thierreste geliefert, welche den Hauptinhalt von Taf. 7 bilden. Hierher gehören die folgenden als ziemlich charakteristisch:

A. Einige sehr eigenthümliche, und von lebenden stark abweichende Fische, die zum Theil von einem festen Panzer umhüllt waren, wie Fig. 20, 31, 35 und 36. Von Fig. 11 und 32 wird später die Rede sein, da diese Fische der weit jüngern Dyasperiode angehörten, und hier nur aus räumlichen Gründen abgebildet wurden.

B. Trilobiten, Fig. 4, 22, 33 und 34; das sind Crustaceen, welche jedoch von allen jetzt lebenden krebsartigen Thieren sehr verschieden waren. Sie scheinen die Meere der Grauwackenperiode in großer Zahl und Mannichfaltigkeit bewohnt zu haben, dann aber sehr bald ausgestorben zu sein. Aus der Silurzeit kennt man gegen 500 Species, aus der Devonzeit sehr viel weniger, und in den Ablagerungen der Kohlenperiode werden nur noch vereinzelte gefunden.

C. Die Ordnung der Cephalopoden war in der Grauwackenperiode namentlich durch die Geschlechter Orthoceratites, Fig. 21, Phragmocerus, Fig. 1, Goniatites, Fig .2, und Clymenia, Fig. 25, vertreten, während es damals noch gar keine echten Ammoniten und noch weniger Belemniten gegeben zu haben scheint.

D. Brachiopoden, zu denen auch die bis in die lebende Schöpfung hineinreichenden Terebrateln gehören, waren ungemein häufig und mannichfaltig, und darunter viele später ganz ausgestorbene Geschlechter, wie Pentamerus, Fig. 10, Calceola, Fig. 12, Spiriser Fig. 15 und 17; während die Gattungen Leptaena, Fig. 3, Productus, Fig. 8, und Chonetes, Fig. 19, häufiger in den Ablagerungen der Kohlen- und Dyasperiode als in denen der Grauwackenperiode gefunden wurden.

E. Von zweischaligen Muscheln enthält Taf. 7 nur ein Beispiel, Fig. 29, obwol dieselben keineswegs zu den Seltenheiten gehören.

F. Einschalige Weichthiere (Meeresschnecken), sind in den Ablagerungen der Grauwackenperiode ziemlich häufig; darunter z. B. die Genera Murchisonia, Fig. 5, Euomphalus, Fig. 9, und Bellerophon, Fig. 18.

G. Die Ordnung der Strahlthiere war besonders durch Crinoideen wie Pentatremites, Fig. 16, Melocrinus, Fig. 30, Cupressocrinus, Fig. 7, und Hypanthocrinus, Fig. 26, stark vertreten.

H. Ganz außerordentlich zahl- und formenreich war die Klasse der Zoophyten (Schwämme und Korallen). Dazu gehören auf unserer Tafel: Fig. 23, Catenipora labyrinthica, welche nur aus silurischen Ablagerungen bekannt ist; Fig. 24, Cyathophyllum flexuosum, sehr charakteristisch für devonische Schichten; Fig. 27, Receptaculites Neptuni, und Fig. 28, Calamopora polymorpha.

Schließlich sind nur noch einige auf Taf. 7 abgebildete Versteinerungen der Dyasperiode zu besprechen, die nur des Raums wegen hier aufgenommen wurden. Es sind die folgenden:

Fig. 8, Productus aculeatus, eine für die Zechsteinformation als obere Abtheilung der Dyas sehr charakteristische Brachiopoden-Species. Fig. 11 und 32, zwei Meeresfische, deren Abdrücke man ungemein häufig in dem sogenannten Kupferschiefer findet, und welche durch ihren unsymmetrischen (heterocercken) Schwanzflossenbau von allen jetzt lebenden Fischen besonders stark abweichen. Ferner Fig. 37 und 38, die Querschnitte zweier verkieselter Farrnstämme aus dem Rothliegenden, welches die untere Abtheilung des Dyas bildet.

Vulkane.

(Tafel 8.)

Die Vulkane werden häufig, aber mit Unrecht, feuerspeiende Berge genannt, denn in Wirklichkeit treten bei ihrer normalen Thätigkeit aus ihnen keine Flammen, überhaupt kein Feuer im gewöhnlichen Wortsinn hervor, wie denn überhaupt Feuer — Verbrennung mit Flammen — im Erdinnern, aus dem ihre Wirkungen hervorgehen, etwas Undenkbares, eine naturhistorische Unmöglichkeit ist. Alexander von Humboldt hat die vulkanische Thätigkeit überhaupt zuerst sehr passend definirt als eine Reaction des heißflüssigen Erdinnern — nicht etwa Centralfeuers — auf die feste Erdkruste und deren Oberfläche. Nur als Nebenerscheinung kommt es zuweilen vor, daß unter andern auch brennbare Gasarten aus vulkanischen Spalten ausströmen, und nach ihrer zufälligen Entzündung wirkliche Flammen bilden, die aber durchaus nicht als nothwendig mit vulkanischen Eruptionen überhaupt verbunden sind.

Wenn auch die localen und zeitlichen Veranlassungen der Entstehung von neuen Vulkanen wie der Eruptionen vorhandener, noch in großes Dunkel gehüllt sind, so steht doch so viel fest, daß alle vulkanischen Berge, welche in der Regel eine ziemlich kegelförmige Gestalt zeigen, fast ausschließlich durch das Material solcher Eruptionen aufgebaut sind, indem um eine, mit dem Erdinnern in Verbindung stehende Oeffnung — um einen Krater — herum sich nach und nach allseitig ausgeworfene Schlacken und übergeflossene Lavaströme aufhäuften und in dieser Weise immer höhere sogenannte Eruptionskegel bildeten.

Nun zeigen aber manche Vulkane einen, den eigentlichen Eruptionskegel und Krater concentrisch umgebenden, mehr oder weniger vollständigen und hohen, ringförmigen Bergwall, wie z. B. der Vesuv die Somma, und diese äußern Ringwälle hat man infolge einer besondern Erklärungshypothese Erhebungskegel und Krater genannt, in der Voraussetzung, dieselben seien nicht wie die echten Eruptionskegel durch Ueberfließen von Lava und Aufschüttung ausgeschleuderten Materials, sondern vielmehr durch der Eruption vorhergehende, gleichsam blasenförmige Erhebung oder Aufschwellung und centrale Berstung des Bodens entstanden. Solche sogenannte Erhebungskrater sind Taf. 8, Fig. 2a im idealen Querdurchschnitt, und Fig. 3 und 5 in äußerer Ansicht dargestellt.

Durch die sorgfältigen Untersuchungen von Lyell, Junghuhn, Hartung u. s. w. ist erwiesen worden, daß diese sogenannten Erhebungskrater (die äußern Ringwälle vieler Vulkane) in Wirklichkeit nur die Ueberreste der Einstürzung früher größerer und höherer Eruptionskegel sind, nicht aber die Folgen einer besondern, den Eruptionen vorhergehenden localen Bodenerhebung und Aufberstung.

Der ideale Querschnitt eines Vulkans, Fig. 2, zeigt uns unter aa den Rest eines früher viel höhern, dann aber in unterirdische Aushöhlungen eingestürzten Eruptionskegels, in dessen Centrum sich um den zu neuer Eruption gelangten Kraterschlund d herum ein neuer Eruptionskegel b aus Schlacken und Lavaschichten aufgebaut hat, der nun von den Resten eines früher sogenannten Erhebungskraters, eigentlich aber zum Theil eingestürzten alten Eruptionskegels concentrisch umgeben ist, wie der Vesuv, Fig. 5, von der Somma. Dieser innere neuere Eruptionskegel besitzt natürlich auch seinen besondern neuen Krater c, welcher durch den Schlund d mit dem Erdinnern in Verbindung steht. Die schwarzen Streifen im Querschnitt des neuen Eruptionskegels stellen Lavaergießungen zwischen den aufgeschichteten Anhäufungen von ausgeschleudertem lockern Material l dar, während mit dem Schlund d auch einige Seitenspalten in Verbindung stehen, die ebenfalls mit heißflüssiger Lava erfüllt wurden.

Fig. 4 in der untern rechten Ecke der Tafel stellt einen Einblick in den Krater eines 1831 bei Sicilien aus dem Meere hervortretenden, später aber wieder verschwundenen neuen Inselvulkans dar. In einem Theile der zuerst ausgegebenen Exemplare sind in der Unterschrift Fig. 3 und 4 verwechselt worden; Fig. 3 ist die Ansicht der vulkanischen Barreninsel mit einem ausgezeichnet schönen sogenannten Erhebungskrater.

Fig. 1 gibt eine Uebersicht von der räumlichen Vertheilung der auf der Erde bisjetzt bekannten thätigen Vulkane; da deren Zahl mehrere Tausende beträgt, so war es natürlich ganz unmöglich, alle einzelnen auf einer so kleinen Karte anzugeben. Es wurden deshalb nur die wichtigern und bekanntesten Eruptionsstellen durch schwarze Punkte bezeichnet, diese aber durch rothe Färbung derart untereinander verbunden, daß durch diese rothen Farbenfelder und Streifen die vulkanischen Gegenden der Erdoberfläche bezeichnet werden. Schon der erste prüfende Blick auf

diese Karte belehrt uns darüber, daß die thätigen Vulkane in ihrer räumlichen Vertheilung keinem allgemeinen geographischen Gesetz folgen. Sie sind weder ausschließlich, noch vorzugsweise häufig in den Aequatorial- oder Polargegenden zu finden; sie liegen nicht vorzugsweise zwischen bestimmten Breiten- oder Längengraden, überhaupt nicht vorzugsweise in bestimmten Erdgegenden, sondern sie zeigen sich vielmehr im allgemeinen regellos vertheilt. Wenn wir dagegen die Beziehungen ihrer Lage gegeneinander sowie zu den Wasser- und Landgrenzen untersuchen, so ergeben sich allerdings einige interessante Thatsachen, und zwar namentlich die folgenden:

1) Thätige Vulkane finden sich häufiger in der Nähe der Küsten großer Continente, als in ihrem Innern, weit von den Küsten entfernt; über 50 Meilen von den Meeresküsten entfernt kennt man überhaupt nur ganz ausnahmsweise thätige Vulkane, und es sind die im Innern Asiens aufgefundenen rücksichtlich ihrer gegenwärtigen Thätigkeit sogar noch einigermaßen zweifelhaft. Jedenfalls sind sie in den Küstengegenden viel häufiger, als weit davon entfernt. Dagegen treten einzelne, echt vulkanische Inseln ziemlich weit vom Lande entfernt, inmitten des Großen Oceans hervor.

2) Wo einmal ein thätiger Vulkan vorhanden ist, da finden sich in der Regel mehrere in der Nähe, welche gemeinsam eine vulkanische Gegend bilden, und diese vulkanischen Gegenden nehmen gewöhnlich entweder a) unregelmäßig abgerundete Flächenräume ein, bilden vulkanische Centralgebiete, wie z. B. in Süditalien und auf Island, oder b) die einzelnen Vulkane liegen als Reihenvulkane fast linear hintereinander, in mehr oder weniger ausgedehnten, geraden oder gekrümmten Vulkangürteln. Die letztere Gruppirungsweise ist sogar die häufigere, und findet sich z. B. sehr deutlich bei den Vulkanen, welche den Stillen Ocean umgeben und zum Theil durchziehen.

Rechnet man zu den thätigen Vulkanen auch die erst in den letzten geologischen Perioden erloschenen, aber noch deutlich als solche erkennbaren Vulkane hinzu, dann ergibt sich die vulkanische Thätigkeit noch bestimmter als eine ganz allgemeine, nicht local beschränkte Eigenschaft unsers Erdkörpers.

Etwas Aehnliches gilt aber offenbar auch für die Vertheilung der vulkanischen Eruptionen nach der Zeit.

Auch den sorgfältigsten Beobachtungen und Nachforschungen ist es nicht gelungen, für einzelne Vulkane oder für die Gesammtheit derselben eine bestimmte Periodicität ihrer Eruptionen zu erkennen. Ganz unerwartet treten sie zuweilen nach langen Unterbrechungen in Thätigkeit, ebenso erlischt ihre Thätigkeit ohne erkennbare Vorzeichen, um erst nach Jahren, nach Jahrzehnten oder Jahrhunderten aufs neue zu beginnen, mit einem Ausbruch abzuschließen oder jahrelang in unausgesetzter Thätigkeit zu bleiben. Und wenn das nur für den historisch übersehbaren Zeitraum unzweifelhaft feststeht, so scheint es doch auch in allen vorhistorischen geologischen Perioden ganz ähnlich geschehen zu sein, während dabei auch die Räume der vulkanischen Thätigkeit vielfach verschoben wurden.

Mit der vulkanischen Thätigkeit stehen offenbar auch die zuweilen für die Menschen so nachtheiligen Erderschütterungen, welche man Erdbeben zu nennen pflegt, in sehr naher Beziehung, wenn dieselbe auch noch keineswegs vollständig erkannt ist.

Jeder Eruption eines Vulkans pflegt ein locales, sogenanntes vulkanisches Erdbeben vorherzugehen, worauf dann die eigentliche Eruption mit gewaltsamer Ausschleuderung des im Ruhezustand den Kraterschlund erfüllenden Materials zu folgen pflegt, und zuletzt erst das Ausfließen von heißflüssigen Laven über den Kraterrand oder aus Spalten, die seitlich im Eruptionskegel sich geöffnet haben.

Höhlen und Quellen.

(Tafel 9.)

Höhlen.

Hohlräume im Erdinnern — **Höhlen** — entstehen noch jetzt auf verschiedene Weise, und dürften von jeher in ähnlich verschiedener Art entstanden sein. Die Hauptursachen der Entstehung von Höhlen dürften die folgenden sein: 1) Mechanische Zerspaltung der festen Erdkruste, etwa infolge von Erdbeben, 2) Einsturz von steilen Felswänden, deren Trümmermassen beim Aufeinanderfallen große und kleine unregelmäßige Zwischenräume zurücklassen, 3) Entwickelung von Gasarten während der Erstarrung heißflüssiger Gesteinsmassen, wie Laven, wodurch aber nur verhältnißmäßig kleine und stets gerundete Hohlräume (Blasen) entstehen, die aber in einigen Lavaströmen doch groß genug sind, um von Thieren und Menschen selbst bewohnt werden zu können; 4) durch Auflösung oder mechanische Ausspülung gewisser Gesteinstheile oder ganzer Gesteine. Dies letztere ist entschieden der gewöhnlichste Vorgang der Höhlenbildung, und es finden sich dieselben deshalb am häufigsten in Gesteinen, welche diesen mechanischen oder chemischen Vorgängen zugänglich sind, wie z. B. Sandstein mit thonigem oder mergeligem Bindemittel, Kalkstein, Dolomit und Gips, oder an Stellen, die vorher von Steinsalz eingenommen wurden. In einigen Gegenden, wie z. B. im Karst zwischen Laibach und Triest, ist der Kalksteinboden sogar so sehr von Höhlenräumen durchzogen, daß selbst alle Bäche und Flüsse sich nach und nach unterirdische Rinnsale ausgearbeitet haben, sodaß man an der Oberfläche weit und breit vergeblich nach irgendeinem fließenden Gewässer sucht; dadurch ist dann aber auch gewöhnlich der Felsboden so stark durchhöhlt, daß sich durch steten Einsturz der zu groß gewordenen unterirdischen Höhlenräume allmählich an der Oberfläche Tausende von trichterförmigen Versenkungen, Erdfällen, Dolinen u. dgl. gebildet haben.

In Kalkstein oder Dolomit ausgewaschene Höhlen haben sehr häufig Veranlassung zu sogenannten **Tropfsteinbildungen** gegeben, wie Taf. 9, Fig. 1 zeigt, indem das das Gestein durchdringende Sickerwasser kohlensauren Kalk auflöste und, beim Herabtropfen von der Höhlendecke allmählich verdunstend, eiszapfenähnliche Stalaktiten bildete, während die auf den Höhlenboden fallenden Tropfen durch ihre Verdunstung aufsteigende Zapfen als Stalagmiten veranlaßten, die zuweilen, sich vereinigend, zusammenhängende Tropfsteinsäulen erzeugt haben. Alle diese Zapfen zeigen im Querbruch oder Querschnitt einen concentrischen Bau, da sie aus lauter übereinander hinweg gebildeten Kalkspatschalen entstanden und so nach und nach immer dicker und länger geworden sind.

Fig. 2 stellt den Querschnitt einer Höhle im Kalkstein bei Wicksworth dar, welche nach ihrer Bildung theilweise durch mechanische Einschwemmungen von Schlamm, Geröllen und Knochen ausgestorbener Thiere erfüllt worden ist. Nicht immer sind die in Höhlen aufgefundenen thierischen Reste als durch Wasser mechanisch eingeschwemmt anzusehen; zuweilen läßt sich vielmehr nachweisen, daß diese Höhlen lange Zeit von aufeinanderfolgenden Generationen gewisser Thierarten, wie Höhlenbären, bewohnt worden sein müssen, und in diesem Falle findet man außer vollständigen Skeleten der die Höhle bewohnt habenden Raubthiere

auch angenagte Knochen der von ihnen eingeschleppten Beutethiere, sowie selbst massenhafte Anhäufungen ihrer Excremente (Koprolithen) vor, welche zum Theil sogar als Dünger benutzt werden können.

Fig. 3 stellt eine ziemlich gewöhnliche Höhlenbildung im Quadersandstein der Sächsischen Schweiz dar, wie sie dort an Felswänden theils durch vom Wind heftig angewehten Regen, theils auch durch vorüberfließende Gewässer ausgenagt werden.

Quellen.

Alle Quellen erhalten ihre Zuflüsse ursprünglich durch atmosphärische Niederschläge, welche bis zu einem gewissen Grade in die feste Erdkruste eindringen, sich unter verschiedenen Umständen in verschiedenen Tiefen sammeln und dann irgendeinen geeigneten Ausweg zur Oberfläche finden. Bei der überwiegenden Mehrzahl der gewöhnlichen Quellen sickert das eingedrungene Wasser der atmosphärischen Niederschläge nur in der äußern, wenige Fuß dicken, lockern Bodenkrume und auf der Oberfläche ihrer festern Unterlage zusammen und tritt dann an dazu geeigneten Stellen in Form von Quellen hervor. Solche Quellen zeigen in der Regel ziemlich genau die mittlere Temperatur der Gegend und enthalten nur wenig, für den Geschmack kaum bemerkbare mineralische Bestandtheile. Ihr Wasserreichthum pflegt mit der Fülle der atmosphärischen Niederschläge zu steigen und zu fallen. Bei andern Quellen aber sammelt sich das Wasser erst in größerer Tiefe auf der obern Grenze irgendeines weniger durchlässigen Gesteins, und dringt an irgendeiner Stelle hervor, wo diese Grenze die Oberfläche erreicht. Solche Quellen sind in der Regel etwas weniger abhängig von den temporären Schwankungen der atmosphärischen Niederschläge; sie zeigen der Tiefe ihres Ursprungs entsprechend eine etwas höhere als die mittlere Oberflächentemperatur der Gegend, und enthalten zuweilen auch etwas mehr mineralische Bestandtheile als gewöhnliche Quellen. Unter diesen Umständen läßt sich aber natürlich keine ganz scharfe Grenze zwischen **gewöhnlichen, warmen** oder **heißen** und **mineralischen** Quellen ziehen; man rechnet vielmehr zu diesen letztern alle diejenigen, welche sich durch ihre Temperatur oder durch ihren Geschmack und ihre Wirkungen auf den menschlichen Organismus auffallend von den gewöhnlichen Quellen unterscheiden. Außer den bisher besprochenen Quellen gibt es nun aber auch noch solche, welche sich durch die abnorme Art ihres Hervortretens oder durch eine von äußern Verhältnissen ganz unabhängige Periodicität ihres Fließens auszeichnen. Dahin gehören z. B. die natürlichen oder künstlich erbohrten **Springquellen**, welche letztern man auch wol **artesische Brunnen** zu nennen pflegt, sowie die sogenannten **Geyser**, welche auf Taf. 9 durch Fig. 4 bis 7 zu erläutern versucht worden sind.

Die Benennung **Geyser** (Geisir) ist isländischen Ursprungs, und bezieht sich ursprünglich nur auf die in der Nachbarschaft des Hekla entspringenden heißen periodischen Quellen, welche durch ihren starken Kieselsäuregehalt regelmäßige, aus Kieseltuff und Sinter bestehende Kegel aufbauten, aus deren kraterförmigem Becken sie in Perioden von 24—48 Stunden mit großer Energie hervorspringen und bei einzelnen ihrer Eruptionen den siedend heißen mächtigen Wasserstrahl 60 bis 80 Fuß hoch aufschleudern, während sie in der ruhigen Zwischenzeit weit unter das Niveau ihres Beckens zurücksinken. Eine genauere Beschreibung der Vorgänge bei diesen Eruptionen findet sich weiter unten in dem Abschnitt „Meteorologie" von Prof. Müller in Freiburg, welchem es sogar gelungen ist, einen recht einfachen Apparat herzustellen, in welchem man den Hauptvorgang leicht künstlich nachahmen kann.

Auch in zwei andern von Island weit entfernten Erdgegenden, auf Neuseeland und im nördlichen Amerika, hat man analoge heiße periodische Quellen aufgefunden. Die Geyser Neuseelands beschrieb zuerst von Hochstetter in dem Prachtwerk über die Reise der Novara, welchem auch die Abbildungen Fig. 4 und 7 entlehnt sind. Das große Geysergebiet am Yellowstone- und Maidsonriver in Nordamerika wurde dagegen von Haydn 1872 in Petermann's geographischen „Mittheilungen" zuerst ausführlich geschildert.

Taf. 9, Fig. 5 und 6 erläutern durch zwei ideale Darstellungen das Wesen und die Entstehung der sogenannten artesischen Springquellen, deren Wasser mit einem gewissen hydrostatischen Druck zu Tage tritt. Alle diese Bohrbrunnen, welche ihren Namen nach der Provinz Artois in Frankreich erhalten haben, beruhen darauf, daß das von der Oberfläche in das Erdinnere eindringende Wasser einen abgeschlossenen Weg in große Tiefen findet, in diesen aber durch ein Bohrloch erreicht wird, aus dem es mit dem Druck entsprechender Gewalt hervorspringt. Dieser abgeschlossene unterirdische Weg kann durch sehr verschiedene Umstände bedingt sein. Bei Fig. 5 ist angenommen, daß ein für Wasser schwer oder gar nicht durchdringbares Gestein a von den Schichten eines an sich für Wasser ebenfalls unzugänglichen Gesteins b überlagert sei, zwischen denen sich jedoch eine besondere Schicht c befindet, die entweder von zusammenhängenden Hohlräumen durchzogen oder auf irgendeine andere Weise für Wasser leicht durchdringbar sei. In diese Schicht dringt nun das Wasser von oben ein, staut sich aber an der Grenze von d, und könnte nicht heraus, wenn nicht ein Bohrloch von q aus diese Schicht erreicht und so die Springquelle q veranlaßt hätte, welche unter Umständen beinahe so hoch aufspringen kann, als die Region liegt, in welcher c die Oberfläche erreicht.

Bei Fig. 6 ist dagegen der Querschnitt eines rings abgeschlossenen Beckens dargestellt, von muldenförmig gelagerten Schichten erfüllt, welche zum Theil wie b für Wasser undurchdringlich sind, während dagegen die dazwischenliegenden Schichten c, sowie die obere Grenze des undurchdringlichen Gesteinbodens a für Wasser leicht durchdringbar sind. Auf die Beschaffenheit der obersten Schicht a kommt dabei nichts an. In diesem Falle staut sich das von den Beckenrändern eindringende Sickerwasser in der Tiefe des Beckens an und kann durch Bohrlöcher an verschiedenen Stellen und verschiedenen Tiefen erreicht werden, sodaß es dann die Springquellen q, q, q bildet.

Erdoberflächengestaltung.

(Tafel 10.)

Berg- und Felsformen.

Die Formen der Erdoberflächengestaltung sind Folgen der Entstehung wie der Zerstörung der verschiedenen Gesteinsarten. Die Entstehungsart hat einen ganz überwiegenden Einfluß auf die Gestalt der vulkanischen Berge, welche infolge davon sich sehr häufig kegelförmig aufgebaut zeigen, weil das Material, aus dem sie bestehen, sich von einer bestimmten Eruptionsöffnung aus mehr oder weniger gleichmäßig

um dieselbe herum aufgehäuft hat. Nur selten aber ist die ursprüngliche Bildungsgestalt der Vulkane vollständig erhalten; in der Regel haben vielmehr spätere Einstürzungen und Abspülungen allerlei Modificationen daran hervorgebracht, wie wir bereits in dem Abschnitt über Vulkane gesehen haben. Auch die Lage, Richtung und Erhebung der Gebirge ist vorherrschend ein Resultat ihrer Erhebung durch vulkanische Thätigkeit, aber ihre gegenwärtige äußere Form ist doch in der Regel noch mehr das Resultat späterer Wasserwirkung, als ihrer ersten Erhebung, und dasselbe gilt für jeden einzelnen Berg, wie für jedes einzelne Thal, obwol auch sie nicht selten ursprünglich durch locale Erhebung oder Aufberstung veranlaßt worden sind.

Die Figuren auf Taf. 10 zeigen ganz wesentlich nur Resultate der Wasserwirkung, welche durch die besondere Beschaffenheit der Gesteine, durch die Art ihrer Lage, Zusammensetzung, Zerklüftung und Verwitterung vielfach modificirt wurden.

Fig. 1 stellt eine an der Küste Schottlands bei Hempriggs durch das Meer ausgespülte natürliche Felsbrücke dar.

Fig. 2 zeigt uns eine prachtvolle Meeresbucht auf Neuseeland. Die beiden aus säulenförmig abgesondertem Basalt bestehenden Felsinseln, welche sich im Eingange der Bucht erheben, standen offenbar einst unter sich und mit der benachbarten, ganz gleich zusammengesetzten Felsküste in ununterbrochener Verbindung, und erst die seit Jahrtausenden unausgesetzt darauf einstürmenden Wogen des Oceans haben diesen Zusammenhang unterbrochen und diese schöne Bucht in das Felsenufer eingenagt, wobei sie offenbar durch die senkrecht säulenförmige Zerklüftung des Basaltes unterstützt wurden.

Fig. 3 zeigt uns eine der sonderbaren schroffen Felsformen, welche sich in der sogenannten Sächsischen Schweiz mit unzähligen kleinen Modificationen zu Tausenden wiederholen. Dieses Felsgebiet besteht auf beiden Seiten der Elbe aus horizontalen Sandsteinschichten, die vielfach von verticalen Klüften durchzogen sind; diese beiderlei Zerklüftungen beherrschen infolge davon auch alle Ausspülungen des Wassers, und so ist es geschehen, daß alle Felsen sich mehr oder weniger der senkrechten Form mit horizontalen Absätzen, Terrassen und Schichtmarken nähern, während man kaum irgendwo Spuren einer vorhergegangenen Aufrichtung der horizontalen Sandsteinschichten findet, die zu beiden Seiten der senkrecht eingeschnittenen Thäler ganz gleichmäßig fortsetzen.

Bei Fig. 5 hat derselbe Sandstein allerdings einige Abweichungen der Formen veranlaßt, dadurch daß der Regen, vom Winde auf die nackte Felsoberfläche angepeitscht, diese je nach der größern oder geringern Festigkeit oder selbst Auflöslichkeit des Sandsteinbindemittels mehr oder weniger stark angriff und abnagte, wodurch zuweilen sehr eigenthümliche Felsformen veranlaßt wurden.

Die Fig. 4 und 6 zeigen nun noch sehr eigenthümliche Oberflächengestaltungen, welche theils durch niederfallendes und ablaufendes Regenwasser, theils durch fließende Gewässer hervorgebracht werden und welche sich in ähnlicher Form auch bei den sogenannten Gletschertischen durch Wirkung der Sonnenstrahlen ergeben.

Bei Fig. 4 bestand vor der Erosion der Boden aus einer untern, ziemlich mürben, und aus einer obern, dünnern, aber weit festern Sandsteinschicht. Das Wasser spülte nun vorzugsweise die mürbe Schicht fort und rundete ihre stehen bleibenden Reste in eigenthümlicher Weise ab, während die obere festere Deckenschicht bessern Widerstand leistete und sich deshalb in Form von etwas vorspringenden Platten oder Deckeln erhielt.

Bei Fig. 6 hat dagegen ein Fluß mit zahlreichen, in fast gleichen Abständen einmündenden Seitenbächen das Thal mit seinen Seitenschluchten in eine feste Gesteinsmasse fast senkrecht eingeschnitten, während die obere Gesteinsplatte von mürberer Beschaffenheit kegelförmige Aufsätze auf den senkrechten Felspfeilern bildete.

Innerer Bau der festen Erdkruste und der Gebirge.

(Tafel 11.)

Wenn auch der innere Bau der festen Erdkruste nur an einzelnen Stellen deutlich beobachtet werden kann, während sogar über drei Viertel der gesammten Oberfläche unsers Planeten durch Meeresbedeckung und andere Hemmnisse jeder geologischen Beobachtung unzugänglich sind, so liegen doch die deutlich beobachtbaren Stellen so glücklich vertheilt und zeigen so vielfache Analogie und Verbindung durch Zwischenglieder, daß man sehr wohl berechtigt ist, sich daraus ein ideales Bild von der allgemeinen Zusammensetzung der festen Erdkruste aus Gesteinen zu entwerfen, wie Tafel 11, Fig. 1 zeigt. In dieser Figur, wie überhaupt auf dieser Tafel, sind sämmtliche Gesteine, welche einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Erdkruste nehmen, durch vier Farben nach ihrer wahrscheinlichen oder sichern Entstehungsweise in ebenso viele Hauptabtheilungen getrennt, nämlich:

1) Roth: plutonische Erstarrungsgesteine, welche durch Erstarrung aus einem ursprünglich heißflüssigen Zustande unter mehr oder weniger starker Bedeckung im Erdinnern hervorgegangen sind.

2) Gelb: vulkanische Erstarrungsgesteine, welche, wie noch jetzt die Laven, durch Abkühlung und Erstarrung aus gleichem heißflüssigen Zustande, aber nicht in der Tiefe, sondern an der Erdoberfläche, oder doch jedenfalls nahe derselben, unter verhältnißmäßig nur geringer Bedeckung entstanden.

3) Violett: krystallinische Schiefer, welche nur theilweise, vielleicht als erste Erstarrungsproducte der einst in ihrer Gesammtheit heißflüssigen Erdmasse, größtentheils vielmehr sicher als durch Umwandlung aus sedimentären Ablagerungen entstanden anzusehen sind, und deshalb oft metamorphische Schiefergesteine genannt werden.

4) Blau: alle deutlich als solche erkennbaren sedimentären Ablagerungen.

Es dürfte zweckmäßig sein, diese vier Abtheilungen etwas specieller ins Auge zu fassen.

Die krystallinischen Schiefer, bestehend aus Gneis, Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer u. s. w. mit untergeordneten Einlagerungen von Quarz, Kalkstein, Eisenstein u. s. w., nehmen ihre normale Stellung in der festen Erdkruste unter den deutlich sedimentären und über den Erstarrungsgesteinen ein, zu welchen letztern sie theilweise sogar selbst gehören mögen, während sie häufig von eruptiven Erstarrungsgesteinen durchsetzt, theilweise sogar in Form großer Schollen umhüllt sind.

Die plutonischen Eruptivgesteine zeigen etwas ungleiche mineralogische und chemische Zusammen

setzung als Granite, Syenite, Grünsteine und Porphyre, welche jedoch unabhängig von dem geologischen Zeitraum ihrer Entstehung zu sein scheint.

Alle beobachtbaren plutonischen Eruptivgesteine gehören nothwendig irgendeiner frühern geologischen Periode an, denn wenn auch solche, wie es wahrscheinlich ist, noch gegenwärtig entstehen sollten, so müßten sie infolge ihrer tief unterirdischen Erstarrung nothwendig so lange unbeobachtbar sein, bis sie durch lange dauernde Hebung und Abspülung irgendwo der directen Beobachtung zugänglich würden; daß sie aber unter sich von sehr ungleichem Alter sind, ergibt sich aus ihren gegenseitigen Durchsetzungen, sowie durch ihr ungleiches Aufdringen in Zerspaltungen der sedimentären Ablagerungen, zuweilen bis zu denen der Kreideperiode aufwärts, aber niemals bis in die neuesten Ablagerungen hinein.

Die vulkanischen Eruptivgesteine dagegen, welche als Laven thätiger Vulkane, an der Erdoberfläche, oder nahe derselben zur Erstarrung gelangten, haben vielfach nicht nur alle plutonischen Eruptivgesteine und krystallinischen Schiefer, sondern auch alle sedimentären Ablagerungen bis zu den neuesten durchsetzt. Man kann sie zuweilen unmittelbar nach ihrer Entstehung als basaltische oder trachytische Laven beobachten, während die etwas ältern als echte Basalte, Trachyte oder Phonolithe sich ihrer Natur nach schon mehr den plutonischen Gesteinen anschließen.

Die sedimentären Gesteine, welche man je nach ihrem ungleichen Alter verschiedenen geologischen Formationen oder Bildungsperioden zuzurechnen pflegt, sind petrographisch sehr ungleich zusammengesetzt; sie bestehen aus zuweilen miteinander wechsellagernden Schichten von Thon, Schieferthon, Thonschiefer, Kalkstein, Dolomit, Mergel, Sandstein, Conglomerat, Kohlen, Eisenstein, Quarz u. dgl. Die meisten derselben enthalten erkennbare organische Reste, sogenannte Versteinerungen, welche den geologischen Zeiträumen entsprechen, in welchen sie zur Ablagerung gelangten.

Es ist üblich, die aufeinanderfolgenden Ablagerungen je nach ihrer zeitlichen, räumlichen oder sächlichen Uebereinstimmung in gewisse Formationen zu vereinigen, und diese wiederum der Zeit nach gewissen geologischen Perioden zuzurechnen. Taf. 11, Fig. 1 ist ein großer Theil dieser Formationen nach ihrer normalen Lagerung übereinander gezeichnet, doch muß hierzu bemerkt werden, daß man an keinem Orte der Erde eine ganz vollständige Reihenfolge aller bisjetzt bekannt gewordenen Formationen wirklich übereinanderliegend findet, und daß daher auch Fig. 1 nur ein ideales Bild ist, welches aus der schematischen Vereinigung zahlreicher, zum Theil an sehr weit voneinander entfernten Orten gemachten einzelnen Beobachtungen zusammengestellt worden ist. Auf der linken Seite unserer Figur ist nur eine sehr lückenhafte Formationenreihe dargestellt, auf der rechten dagegen eine ziemlich vollständige, wie man sie kaum irgendwo wirklich vorfinden dürfte; aber auch diese Reihe ist jedenfalls keine ganz vollständige, da man mit der Zeit immer mehr in gewissem Grade selbständige Formationen auffinden wird, welche dann die bisjetzt bekannte Reihe ergänzen.

Die Reihenfolge der sedimentären Formationen ist, von oben nach unten, also von den neuesten zu den immer ältern, und folglich zu den normal tiefer liegenden vorschreitend, die folgende:

1) Recente Ablagerungen, wie sie noch jetzt auf dem Meeresboden, in Landseen, in Sümpfen, an Quellen, Flüssen u. s. w. stattfinden; bestehend aus Sand, Geröllen, Thon-, Mergel- oder Kalkschlamm, Korallenfels, Kalktuff, Kieseltuff, Raseneisenstein, Torf u. s. w.

2) Diluviale oder quartäre Ablagerung, aus einer der Gegenwart nicht lange vorhergehenden Zeit herrührend, in welcher viele Tiefländer, wie z. B. die norddeutsche Niederung, noch vom Meere bedeckt waren; bestehend aus Sand und Geröllen, sogenannten erratischen Blöcken, Löß u. dgl., mit organischen Resten, welche schon etwas von den Organismen der Jetztwelt abweichen.

3) Tertiäre Ablagerungen, die man nach ihrem ungleichen Alter wieder eintheilt in pliocäne, miocäne und eocäne (die beiden erstern werden zuweilen auch als neogen zusammengefaßt); bestehend aus wechselnden Schichten von Sandstein, Conglomerat, Mergel, Kalkstein, Thon und Schieferthon, zuweilen mit Einlagerungen von Braunkohlen, Eisenstein, Gips und Steinsalz. Die Organismen dieser Periode, deren Reste man versteinert findet, gehörten zum Theil schon ganz andern Species an, als die jetzt lebenden.

4) Ablagerungen der Kreideperiode, welche man in Deutschland von oben nach unten zu unterscheiden pflegt in: Weiße Kreide, Quadersandstein und Pläner, Hilsformation oder Neocom, Deisterformation, dem englischen Wielden. Die Versteinerungen, welche darin gefunden werden, weichen sämmtlich von den jetzt lebenden Species ab, und gehören zum Theil schon ganz ausgestorbenen Geschlechtern an.

5) Ablagerungen der Juraperiode. Man theilt sie in Deutschland in obern weißen, mittlern oder braunen und untern oder schwarzen Jura, welcher letztere in England Lias genannt wird; die Gesteine, aus denen diese Schichten bestehen, sind namentlich Kalkstein und Dolomit, Mergel, bituminöser Mergelschiefer und Sandstein, zuweilen mit Einlagerung von Eisenstein und Kohle. Unter den Versteinerungen herrschen die ganz ausgestorbenen Geschlechter der Ammoniten, Belemniten und Fischsaurier sehr vor.

6) Ablagerungen der Triasperiode. In Deutschland theilt man sie in die drei Formationen: Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein. Vorherrschend aus Mergel, Kalkstein, Dolomit, Thon, Schieferthon und Sandstein bestehend, enthalten dieselben auch Einlagerungen von Gips und Steinsalz, Eisenstein und Kohle; im Alpengebiet ist ihre petrographische Zusammensetzung und Gliederung eine ganz andere. Als charakteristische Versteinerungen treten darin namentlich Ceratiten, Encriniten und große Sumpfreptilien auf.

7) Ablagerungen der Dyasperiode (in Rußland Permformation), in Deutschland bestehend aus Zechsteinformation und Rothliegendem; die erstere, vorherrschend aus Kalkstein, Dolomit und bituminösem Mergelschiefer zusammengesetzt, enthält als wichtige Einlagerungen Steinsalz, Gips und Kupferschiefer. Unter den Versteinerungen dieser Periode sind namentlich einige dickschuppige und unsymmetrisch geschwänzte Seefische und das Brachiopodengeschlecht Productus sehr charakteristisch. Das Rothliegende dagegen besteht vorherrschend aus rothen Conglomeraten und Sandsteinen mit eisenreichem, thonigem Bindemittel; darin treten local viele Pflanzenreste auf, welche gänzlich ausgestorbenen Geschlechtern angehören.

8) Ablagerungen der Kohlenperiode; man unterscheidet dieselben in Steinkohlenformation und Kulmformation oder Kohlenkalkstein. Die erstere besteht vorherrschend aus einer vielfachen Wechsellagerung von grauem Sandstein und Schieferthon mit untergeordneten Zwischenlagen von Steinkohlen und Thoneisenstein, die letztere dagegen aus Thonschiefer, Kieselschiefer, Sandstein und Kalkstein oder Dolomit, mit seltenern Einlagerungen von Steinkohle. Die charak-

teristischen Pflanzenreste dieser Periode wurden Taf. 2 zum Theil abgebildet. Der Kohlenkalkstein enthält aber auch viele Reste von Seethieren.

9) Ablagerungen der Grauwackenperiode, welche man einzutheilen pflegt in devonische, silurische und cambrische. Die vorherrschenden Gesteine sind Thonschiefer, Sandstein, Kalkstein und Dolomit, mit Zwischenlagen von Kieselschiefer, Quarzit, Alaunschiefer, Eisenstein u. s. w. Unter den Versteinerungen dieser Periode sind als besonders charakteristisch zu nennen die längst ausgestorbenen Trilobiten, Orthoceratiten, Goniatiten und Graptolithen, wovon auf Taf. 7 einige Beispiele abgebildet sind.

Unter den ältesten Ablagerungen der Grauwackenperiode folgen dann gewöhnlich, aber keineswegs überall, krystallinische Schiefer, welche entweder durch plutonische Umwandlung aus noch ältern Ablagerungen entstanden sind, oder zum Theil vielleicht als Reste der ersten Erdkrustenbildung durch Erstarrung angesehen werden können. Wo dieselben parallele Einlagerungen von krystallinisch-körnigem Kalkstein, Dolomit oder Graphit enthalten, da muß man sie jedenfalls als metamorphische Gesteinsbildungen bezeichnen.

Die schwarzen Linien, welche in der obern Region unserer Darstellung einen Theil der Gesteine und Formationen durchschneiden, repräsentiren Erzgänge, d. h. Spaltenausfüllungen, welche allerlei Erze und andere Mineralien enthalten und zuweilen mit Verschiebungen — sogenannten Verwerfungen — verbunden sind, die aber auf dem Bilde nicht wohl angebracht werden konnten.

Die Fig. 2 bis 11 dieser Tafel versuchen den innern Bau der Gebirge und einigermaßen auch dessen Beziehungen zur Oberflächengestaltung derselben darzustellen.

Alle Gebirge sind mehr oder weniger Folgen localer Erhebung der festen Erdkruste oder der Aufschüttung oder Ueberströmung durch vulkanische Thätigkeit; doch sind dadurch meist nur die Hauptformen bedingt, während spätere Verwitterung und Abspülung sehr wesentliche Veränderungen des ersten Zustandes hervorgebracht haben. Es dürfte zweckmäßig sein, diese der Wirklichkeit entnommenen, und nur mehr oder weniger idealisirten Beispiele einzeln zu besprechen.

Fig. 2 stellt den idealen Querschnitt eines Basaltgebirges dar, welches, wie die Rhön oder das böhmische Mittelgebirge, aus einzelnen Basaltbergen besteht, die nicht eine geschlossene Gebirgsmasse bilden, deren jeder vielmehr das Resultat einer selbständigen Eruption und Ueberströmung ist, ohne daß dabei die durchbrochenen krystallinischen Schiefer und sedimentären Schichten wesentlich erhoben oder aufgerichtet wurden. Ganz ähnlich verhält es sich bei den meisten thätigen Vulkanen.

Fig. 3 stellt ein durch einseitige Erhebung eines Erdkrustentheils entstandenes Gebirge, wie z. B. das sächsisch-böhmische Erzgebirge, im Querdurchschnitt dar. Die krystallinischen Schiefer und einige sie bedeckende sedimentäre Formationen wurden in diesem Falle durch plutonische Eruptivgesteine (Granite und Porphyre) einseitig gehoben, dergestalt, daß die erhobene Masse einen flach abgedachten und einen steilen Abhang zeigt. Irrthümlich haben die ersten Abdrücke dieser Figur für die weit später als die Granite emporgedrungenen Basalte **rothen** statt **gelben** Farbendruck erhalten.

Fig. 4. Ein durchaus idealer Querschnitt des Harzes, welcher nach Ablagerung der sedimentären Formationen bis inclusive Quadersandstein durch plutonische Eruptivgesteine, besonders Granite, als Centralmassengebirge um ein Hauptcentrum erhoben wurde. Doch ist dabei nicht nöthig, daß der Granit durch sein heißflüssiges Empordrängen die letzte Erhebung veranlaßt habe, vielmehr scheinen die granitischen Gesteine des Harzes alle älter zu sein als das miterhobene Rothliegende, und folglich viel älter als der Quadersandstein. Man muß vielmehr annehmen, sie haben bei ihrer Entstehung zwar auch schon eine locale Erhebung veranlaßt, dieser sind aber später mehrere andere Erhebungen desselben Gebiets ohne Durchbruch irgendeines beobachtbaren Eruptivgesteins gefolgt, wodurch die bereits vorhandenen Granite und alle Schichten bis zum Quadersandstein aufwärts mit erhoben wurden.

Fig. 5 stellt einen sehr besondern Fall des innern Erdbaues in einer Gebirgsgegend dar, nämlich eine theilweise Ueberstürzung und dadurch Umkehrung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse bei Hohnstein in der Sächsischen Schweiz. Hier findet man ganz gegen alle gewöhnliche Erfahrung und daraus abgeleitete Regel unter dem Granit Jurakalk mit deutlichen Versteinerungen in schräger Stellung, unter diesem aber Quadersandstein horizontal geschichtet, der jedenfalls neuerer Entstehung ist als der Juralalk und Granit. Die genauere Untersuchung hat ergeben, daß hier höchst wahrscheinlich nach Ablagerung des Quadersandsteins ohne nachweisbare Veranlassung durch ein empordringendes Eruptivgestein die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse in der Weise umgestürzt und dabei die Juraschichten umgebogen worden sind, wie es die Abbildung darstellt, wobei nur zu verwundern ist, daß die benachbarten Sandsteinschichten horizontal blieben. Es sind aber derartige Fälle schon mehrfach beobachtet worden, wenn man sie auch noch nicht recht befriedigend zu erklären vermag.

Fig. 6 zeigt einen Fall merkwürdig aufgerichteter und gebogener Schichten aus dem Alpengebiete, wo derartige Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse zu den ganz gewöhnlichen Thatsachen gehören und offenbar wesentlich zu den pittoresken Erscheinungen der ganzen Bergkette beigetragen haben.

Fig. 7. Ebenfalls ein Beispiel aus der Alpenkette, und zwar aus dem Centralgebiet derselben. Hier findet sich eine großartige Faltung und fächerförmige Stellung der krystallinischen Schiefer und der zunächst mit ihnen verbundenen, ursprünglich darübergelagerten sedimentären Schichten, während in der Mitte des Fächers Granite aus den krystallinischen Schiefern hervortreten. Diesen fächerförmigen Bau hat man durch eine, mittels punktirter Linien angedeutete, einst vorhanden gewesene großartige Schichtenfalte zu erklären versucht, deren oberer punktirter Theil später durch Verwitterung und Abspülung zerstört worden ist.

Fig. 8. Ein idealer Querschnitt des Riesengebirges, zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit dem des Harzes, um so wichtiger ist es deshalb, auf die wesentlichsten Unterschiede aufmerksam zu machen. Es sind das besonders folgende: Der Harz ist ein seiner Grundfläche nach fast elliptisches Massengebirge, das Riesengebirge dagegen ein in der Richtung von Nordwest nach Südost ausgedehntes Kettengebirge. Im Harz hat sich der centrale Granit zwischen die deutlich sedimentären Thonschiefer der Grauwackenperiode eingedrängt, die er nur in unmittelbarer Nähe etwas verändert, zum Theil in Hornfels umgewandelt hat; im Riesengebirge ist derselbe dagegen durch einen dicken Mantel krystallinischer Schiefer von den Schiefern

der Grauwackenperiode getrennt, und die sedimentären Formationen sind hier nur bis zum Zechstein aufwärts deutlich aufgerichtet, während z. B. der Quadersandstein deutlich horizotal auf- und angelagert ist, woraus hervorgeht, daß hier nach Ablagerung des Quadersandsteins keine Hebung der ganzen Gebirgsmasse mehr stattgefunden hat.

Fig. 9 zeigt ein ganz ausgezeichnetes Beispiel einer durch Faltung der früher horizontal gelagerten Formationen entstandenen Gebirgskette mit Längenthälern zwischen parallelen Rücken. Die ursprünglichen Schieferfalten sind hier theilweise später wieder abgeschwemmt, in der Zeichnung aber durch Punktirung restaurirt. Plutonische Eruptivgesteine treten nur einseitig hervor, aber ohne eine einseitige Aufrichtung bedingt zu haben. Die Schichten der Kreideperiode überdecken ungestört und ungefaltet diese einseitigen Eruptivgesteine.

Fig. 10, der Schwarzwald, und Fig. 11, der Odenwald, liegen in der geradlinigen Verlängerung einer gemeinsamen und durchaus analogen Erhebung, die nur im Schwarzwald in jeder Beziehung beträchtlicher war als im Odenwald. In beiden Gebirgen treten plutonische Eruptivgesteine, besonders Granite und krystallinische Schiefer, namentlich Gneis, als Kernmassen auf, theilweise um- und überlagert von sedimentären Formationen, deren Schichten gegen Osten nur ganz allmählich von dem plutonischen Kern abfallen, am westlichen Fuß dagegen zum Theil steil aufgerichtet sind. In beiden Gebirgen war die Erhebungsweise offenbar eine vorherrschend einseitige, sodaß gegen Osten das Vorhandene mit geringer Störung der horizontalen Schichtenstellung nur in ein etwas höheres Niveau erhoben wurde, während auf der Westseite, wo der Hauptbruch erfolgte, alle Schichten bis zu denen der Juraperiode steil aufgerichtet wurden. Diese Erhebung hat offenbar nach Ablagerung der Juraschichten, aber vor jener der Tertiärgebilde stattgefunden, welche in horizontaler Stellung verblieben. Ursache dieser Erhebung können unmöglich die in dieser Gegend beobachtbaren plutonischen Eruptivgesteine gewesen sein, denn sie sind sämmtlich älter als das Rothliegende, dessen Conglomerate zahlreiche Geschiebe dieser Gesteine erhalten; auch sind sie nirgends erkennbar in Zerspaltungen der gehobenen Schichten eingedrungen.

Geologische Karte von Deutschland.

(Tafel 12.)

Geologische Karten haben den Zweck, die Verbreitung der Gesteine und Formationen, aus denen die feste Erdkruste besteht, insoweit sich dieselbe an der Erdoberfläche erkennen läßt, darzustellen, worauf dann der geübte Geolog mehr oder weniger sichere Schlüsse auch über ihre unterirdische — also nicht unmittelbar beobachtbare — Verbreitung gründen kann, namentlich in den Fällen, in welchen die normale Reihenfolge ihrer Uebereinanderlagerung bekannt ist. Wieviel Details auf solchen Karten dargestellt werden können, hängt natürlich von der Größe ihres Maßstabes ab.

Auf der vorliegenden geologischen Karte von Deutschland mußten ihres sehr beschränkten Raums und deshalb kleinen Maßstabes wegen ganze Gruppen von Gesteinen und Formationen, die man auf größern Karten voneinander zu trennen pflegt, zusammengefaßt und durch gemeinsame Farbenfelder dargestellt werden. Die hier gebildeten Gruppen beruhen theils auf gemeinsamer Entstehungsart, theils auf gemeinsamer Periode der Entstehung, wobei natürlich besondere Bildungen von geringem Verbreitungsgebiet oft unberücksichtigt bleiben mußten, weil dadurch die Uebersichtlichkeit nutzlos beeinträchtigt worden wäre. Selbstverständlich mußte unter solchen Umständen hierbei mehr noch das individuelle Urtheil als ein ganz bestimmtes Princip zur Richtschnur dienen.

Ueber die auf der Karte zur Darstellung gebrachten Abtheilungen sei in absteigender Reihe — d. h. von den obersten, neuesten zu den untern, immer ältern, vorschreitend — Folgendes bemerkt:

1) Die weiß gelassenen Flächenräume bestehen aus ganz neuen, sogenannten quartären oder recenten und diluvialen Ablagerungen, wie Sand, Gerölle, Lehm, Löß, Torf u. dgl.

2) Durch Gelb sind alle tertiären Formationen bezeichnet, welche man ihrem Alter nach in pliocäne, miocäne und eocäne, oder neogene und paläogene trennt, während sie nach dem darin vorherrschenden oder charakteristischen Material in Braunkohlenformationen, Molasse- (Sandstein und Conglomerat) Formationen, Flysch, Nummulitenkalk, Süßwasser- und Meereskalk- oder Mergelablagerungen unterschieden werden können.

Blau überhaupt stellt die Verbreitung der secundären Formationen dar, und zwar sind 3) unter Dunkelblau zusammengefaßt: Kreide, Quadersandstein und Pläner, Hils oder Neokom (Sandstein, Mergel und Thon), Deistersandstein mit Steinkohlenlagern, weißer Jurakalk und Dolomit, brauner Jura (Sandstein, Thon und Mergel mit Eisensteinlagern) sowie schwarzer Jura oder Lias, vorherrschend aus dunkeln bituminösen Kalksteinen und Mergeln bestehend; 4) unter Hellblau dagegen: die sogenannte Trias, bestehend aus Keuper (Sandstein, Mergel und Gips), Muschelkalk mit Gips und Steinsalz, sowie Buntsandstein mit Schieferthon, Rogenstein, Gips und Steinsalz.

5) Dunkelbraun stellt die Verbreitung der so besonders wichtigen Steinkohlenformation dar, welche vorherrschend aus Sandstein und Schieferthon mit Schwarzkohleneinlagerungen besteht.

6) Gelblichroth umfaßt alle sogenannten Primärformationen, nämlich: a) die sogenannte Dyas, bestehend aus der Zechsteinformation, Kalkstein, Dolomit, Keuperschiefer, Gips und Steinsalz, und das Rothliegende, vorherrschend aus Sandsteinen und Conglomeraten bestehend, sowie alle devonischen, silurischen und cambrischen Ablagerungen, welche — in Deutschland auch Grauwacke genannt — vorherrschend aus mächtigen Wechsellagerungen von Thonschiefer und Sandstein mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzit, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Grünsteintuff und Kalkstein oder Dolomit bestehen.

7) Violett stellt die Verbreitung der krystallinischen Schiefer dar, zu denen namentlich Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Talk- und Chloritschiefer, Hornblendeschiefer mit Einlagerungen von krystallinisch-körnigem Kalkstein (Marmor), Magneteisenstein u. dgl. gehören. Sehr wahrscheinlich sind diese Schiefer größtentheils durch Umwandlung aus ursprünglich sedimentären Ablagerungen entstanden.

8) Unter Plutonisch (blaßroth) sind alle diejenigen Eruptivgesteine zusammengefaßt, welche nicht wie die Laven an der Erdoberfläche, sondern in beträchtlicher Tiefe unter derselben zur Erstarrung gelangt zu sein scheinen, sodaß sie erst durch theilweise Abschwemmung ihrer Bedeckung beobachtbar werden

konnten; wir rechnen dahin besonders alle Granite und Syenite, wie Grünsteine, Quarzporphyre, Porphyrite und Mandelsteine (zum Theil sogenannte Melaphyre).

9) Dunkelroth endlich bezeichnet die in der Regel nicht zusammenhängende Verbreitung der, wie die Laven der Vulkane an der Erdoberfläche zur Erstarrung gelangten und deshalb vulkanisch genannten Gesteine, wie z. B. Basalt, Trachyt und Phonolith.

Man wird auf der Karte leicht erkennen, daß diese vulkanischen Gesteine besonders in einer vom Rhein bis zum Riesengebirge ausgedehnten Zone liegen, während sie dagegen dem Alpengebiet gänzlich fehlen.

Meteorologie.

Bearbeitet von Professor Dr. J. Müller.

(Tafel 13 bis 16.)

Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

Temperatur der untern Luftschichten.

Die Wärme der Erdoberfläche und der auf ihr ruhenden Atmosphäre rührt fast ausschließlich von den Sonnenstrahlen her, die Wärmeverhältnisse eines Ortes auf der Erdoberfläche hängen demnach zunächst davon ab, wie er von den Sonnenstrahlen getroffen wird. In dieser Beziehung unterscheidet man auf der Erdoberfläche fünf Zonen.

1) Die heiße Zone, derjenige zu beiden Seiten des Aequators liegende Gürtel, innerhalb dessen die Sonne das Zenith erreichen kann. Dieser Gürtel ist durch die beiden Wendekreise begrenzt, davon einer $23^1/_2$ Grad nördlich, der andere aber ebenso weit südlich vom Aequator liegt. Zwischen den Wendekreisen ist Tag und Nacht das ganze Jahr hindurch nahezu gleich lang.

2) Die beiden kalten Zonen, die Umgebung des Nordpols bis zum nördlichen, und die Umgebung des Südpols bis zum südlichen Polarkreis ($23^1/_2$ Grad vom entsprechenden Pol), innerhalb deren der längste Tag sowol wie die längste Nacht 24 Stunden (auf den Polarkreisen) bis zu einem halben Jahr (auf den Polen selbst) dauert, werden von den Sonnenstrahlen so schräg getroffen, daß hier keine erhebliche Erwärmung stattfinden kann.

3) Die beiden gemäßigten Zonen, welche auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre zwischen dem Wendekreise und dem entsprechenden Polarkreise liegen. In den gemäßigten Zonen beträgt die Dauer des längsten Tags und die der längsten Nacht $13^1/_2$ bis 24 Stunden.

Wäre die gesammte Erdoberfläche fest und gleichförmig eben, gäbe es weder Meer noch Luft, so hinge die Temperatur eines Ortes blos von seiner Entfernung vom Aequator ab. So aber wird die Wirkung der Sonnenstrahlen wesentlich durch Bodengestaltung und Wolken modificirt, durch Luft- und Meeresströmungen wird die Wärme von einem Orte zum andern übertragen, und so kommt es, daß Orte von gleicher geographischer Breite oft ein sehr verschiedenes Klima haben.

Da die klimatischen Verhältnisse eines Ortes durch sehr verschiedene, uns nicht hinlänglich bekannte Einflüsse modificirt werden, so ist es nicht möglich, sie auf rein theoretischem Wege abzuleiten, man kann sie nur durch die Erfahrung kennen lernen.

Wenn man von Mitternacht zu Mitternacht jede Stunde die Lufttemperatur beobachtet und aus diesen 24 Beobachtungen das Mittel nimmt, so erhält man die mittlere Temperatur des fraglichen Tags.

Die mittlere Tagestemperatur kann man aber auch erhalten, ohne Tag und Nacht von Stunde zu Stunde das Thermometer zu beobachten, wenn man das Maximum und das Minimum der Temperatur kennt, welches innerhalb 24 Stunden stattfand. Den höchsten und niedrigsten Thermometerstand der letzten 24 Stunden erhält man aber durch den Thermometrographen. Taf. 16, Fig. 1 stellt die bekannteste Form des Thermometrographen dar. Auf einem Bret ist ein Quecksilber- und ein Weingeistthermometer befestigt, deren Kugeln nach entgegengesetzten Seiten liegen. In der Röhre des Quecksilberthermometers befindet sich ein Stahlstäbchen, welches, wenn es auf der Quecksilbersäule aufsitzt, bei steigender Temperatur fortgeschoben wird, aber an der Stelle der höchsten Temperatur liegen bleibt, wenn sich das Quecksilber bei sinkender Temperatur wieder zurückzieht. In der Röhre des andern Thermometers befindet sich ein aus farbigem Glas verfertigtes Glasstäbchen, welches mit zwei Knöpfchen endet, deren Durchmesser noch etwas kleiner ist als der Durchmesser der Röhre. Befindet sich der eine Knopf des ganz im Weingeist steckenden Glasstäbchens ganz am Ende der Weingeistsäule, so wird es bei sinkender Temperatur durch Capillarität mit zurückgeführt. Beginnt dann aber die Temperatur wieder zu steigen, so bleibt das Stäbchen an der Stelle des Temperaturminimums liegen, indem der sich ausdehnende Weingeist an ihm vorbeigeht. Um das Instrument zur Beobachtung in Stand zu setzen, wird es nach der linken Seite geneigt, sodaß das Stahlstäbchen auf die Quecksilbersäule, das Glasstäbchen bis zum Ende der Weingeistsäule herabfällt, und dann wieder in seine horizontale Lage zurückgebracht. Hat man dies des Abends gethan, so kann man am nächsten Abend ablesen, welches in den letzten 24 Stunden der höchste und niederste Thermometerstand war. Das Mittel aus diesen beiden Temperaturen ist sehr nahe der mittlern Tagestemperatur gleich.

Das eben beschriebene Instrument kommt sehr leicht in Unordnung; viel zuverlässiger ist das Metallthermometer, Taf. 16, Fig. 2. Eine Spirale, aus einem zusammengelötheten Streifen von Stahl und Messing gebildet, ist in seiner Mitte befestigt. Bei wachsender Temperatur bewegt sich das freie Ende b der Spirale nach der linken, bei sinkender nach der rechten Seite. Hinter der Spirale befinden sich zwei mit gelinder Reibung bewegliche Zeiger, deren jeder einen bis zum freien Ende der Spirale hervorragenden Stift trägt. Der Stift p des Zeigers cd liegt links, der Stift q des Zeigers fg liegt rechts von b. Hat man die beiden Stifte mit dem Spiralende b in Berührung gebracht, so wird bei steigender Temperatur der Zeiger cd nach der linken Seite geschoben, um bei der Stelle der höchsten Temperatur liegen zu bleiben, wenn die Temperatur zu sinken beginnt. In gleicher Weise markirt der Zeiger fg die Minima der Temperatur.

Bestimmt man nun auf die eine oder die andere Weise die mittlere Temperatur für alle Tage eines Monats, nimmt man alsdann das Mittel aus den so erhaltenen 30 oder 31 Zahlen, so erhält man die mittlere Temperatur eines bestimmten Monats, während endlich das Mittel aus den 12 Monatsmitteln die mittlere Temperatur des ganzen Jahres liefert.

Hat man für einen bestimmten Ort die mittlere Temperatur mehrerer aufeinanderfolgender Jahre bestimmt, so findet man, daß diese Jahresmittel keineswegs ganz gleich sind. Nimmt man das Mittel aus einer möglichst großen Zahl von Jahresmitteln, so erhält man die mittlere Jahrestemperatur des Ortes. Diese ist zum Beispiel für London 8,3° R., für Berlin 7,2° R., für Petersburg 3,4° R., für Rom 12,7° R. u. s. w.

Vergleicht man die mittlere Jahrestemperatur verschiedener Orte miteinander, so findet man bald, daß Orte gleicher geographischer Breite keineswegs auch gleiche mittlere Jahrestemperatur haben, daß also die Jahres-Isothermen, d. h. die Linien gleicher mittlerer Jahreswärme, keineswegs dem Aequator parallel sind.

Humboldt führte den Begriff der Isothermen in die Wissenschaft ein und construirte die erste Isothermenkarte. Taf. 13, Fig. 1 zeigt den Lauf der Jahres-Isothermen, wie es dem gegenwärtigen Beobachtungsmaterial entspricht.

Man übersieht aus dieser Karte, daß die mittlere Jahrestemperatur im westlichen Europa bedeutend höher ist als bei gleicher Breite im Innern von Asien und an den Ostküsten von Nordamerika, denn die Jahres-Isothermen steigen an den Westküsten Europas sehr weit nach Norden, während sie im Innern Asiens und im östlichen Nordamerika sehr weit nach Süden herabsinken. Europa verdankt sein verhältnißmäßig mildes Klima vorzugsweise dem Golfstrom, dessen warme Gewässer bis zu den Westküsten Europas vordringen, dann aber dem wärmenden Einfluß der Südwestwinde, welche hier ungeschwächt ihre Wirkung thun. Unter dem Einfluß der Südwestwinde steigen die Isothermen auch an den Westküsten Nordamerikas wieder nach Norden.

Die Temperatur der Erdoberfläche und der untern Luftschichten ist fortwährenden Schwankungen unterworfen, in welchen sich eine tägliche und eine jährliche Periode geltend macht.

Wenn man den Gang der Temperatur an einem einzelnen Tage verfolgt, so zeigen sich mehr oder weniger große Unregelmäßigkeiten, welche unter Umständen den normalen Gang der täglichen Periode ganz maskiren können. So stellen zum Beispiel in Fig. 7 und 8, Taf. 13, die beiden feiner gezogenen Curven den Gang der Temperatur dar, wie er am 10. und 18. Juli 1841 zu München beobachtet worden ist. Die Abscissen dieser Figur sind den (astronomisch gezählten) Tagesstunden, die Ordinaten sind Réaumur'schen Graden proportional aufgetragen. Nimmt man aber aus allen während der Jahre 1841, 1842 und 1843 im Juli morgens um 4 Uhr (16 Uhr astronomisch) gemachten Beobachtungen das Mittel, so erhält man 9,9°. Ebenso ergibt sich für 6 Uhr morgens die Durchschnittstemperatur 11,8°, für 8 Uhr 14° u. s. w. Bestimmt man so die Durchschnittstemperatur für alle Tagesstunden des Juli, so erhält man den normalen Gang der Temperatur im Laufe eines Julitags wie er durch die stärker ausgezogene Curve in Fig. 7 dargestellt ist.

In gleichem Sinne ist in Fig. 8 der Gang der Temperatur am 9. und 10. Januar 1841 durch die beiden untersten fein ausgezogenen Curven, der normale Gang der Temperatur im Laufe eines Januartags aber durch die stärkere Curve dargestellt.

Im Durchschnitt fällt die niedrigste Temperatur auf die Stunde des Sonnenaufgangs, die höchste im Winter auf 1 Uhr, im Sommer auf 2 Uhr nachmittags. Die Differenz zwischen dem täglichen Maximum und Minimum ist im Winter weit kleiner als im Sommer, sie beträgt zum Beispiel für München durchschnittlich im Juli 6,2° R., im Januar nur 2° R.

Durch die jährliche Periode ist die Abwechselung der Jahreszeiten bedingt. In der heißen Zone sind die Schwankungen der Lufttemperatur im Laufe eines Jahres unbedeutend. Der Charakter der Jahreszeiten ist am schärfsten in der Mitte der gemäßigten Zone ausgeprägt. Je mehr man sich der heißen Zone nähert, desto geringer wird der Unterschied zwischen Sommer und Winter, je mehr man sich den Polarkreisen nähert, desto greller wird dieser Unterschied, während die Uebergangsperioden, Frühling und Herbst, fast verschwinden.

Man erhält eine Uebersicht der jährlichen Periode der Lufttemperatur, wenn man die mittlere Temperatur eines Ortes für jeden der einzelnen Monate des Jahres ermittelt und danach die jährliche Temperaturcurve construirt, wie es in Taf. 13, Fig. 5 für Havana, Rom und Barnaul (in Sibirien), und in Fig. 6 für Moskau und Reykjavik (auf der Insel Island) geschehen ist. Man sieht zum Beispiel in Fig. 5, daß in Rom die mittlere Temperatur des kältesten Monats (Januar) ungefähr 6° R., die des heißesten (Juli) beinahe 20° R. beträgt, die Differenz zwischen der mittlern Temperatur des heißesten und des kältesten Monats beträgt für Rom also ungefähr 14° R. Diese Differenz beträgt für Havana nicht ganz 5° R., für Barnaul aber beträgt sie über 32° R.

Für Orte gleicher mittlerer Jahreswärme ist deshalb der normale Gang der Temperatur im Laufe eines Jahres keineswegs derselbe. So haben z. B. Moskau und Reykjavik nahezu gleiche mittlere Jahrestemperatur (3,6° und 3,3° R.), die jährliche Temperaturcurve ist aber, wie man aus Fig. 6 sieht, für Reykjavik eine viel flachere als für Moskau. Für Moskau ist der Sommer heißer und der Winter kälter als für Reykjavik. Für Moskau ist die Temperatur des heißesten Monats um 23,5° R., für Reykjavik ist sie nur um 12,5° R. höher als die des kältesten Monats.

Durch die Nähe des Meeres, namentlich an den Westküsten von Europa und Nordamerika, sind die Gegensätze zwischen Sommer und Winter sehr gemäßigt (Seeklima), während sie im östlichen Europa und in Nordasien ebenso wie im Innern von Nordamerika sehr groß sind (Continentalklima). Reykjavik gehört dem Seeklima, Moskau gehört dem Continentalklima an.

Das beste Bild der gleichzeitigen Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche bieten die Monats-Isothermen, d. h. die Curven gleicher mittlerer Monatswärme. Taf. 13, Fig. 2 zeigt den Verlauf der Januar-, und Fig. 3 zeigt den der Juli-Isothermen. Man übersieht aus diesen Karten unter anderm, daß Washington im Januar gleiche Temperatur mit Reykjavik und den westlichsten Vorgebirgen Norwegens, im Juli aber gleiche Temperatur mit der Südküste von Sicilien hat. Die Isotherme von 20° R., welche im Januar etwas südlich von St.-Domingo herläuft, steigt während der folgenden 6 Monate bis nach Washington, im westlichen Asien steigt sie von der Südküste Arabiens bis zur Mitte des Kaspischen Meeres. In der Nähe der Capverdischen Inseln bleibt dagegen die Lage der Isothermen von 20° R. fast ungeändert.

Temperatur der höhern Luftschichten.

Mit der Erhebung über das Niveau der Meeresfläche sinkt die Temperatur, mag man sich nun in einem Luftballon erheben oder hohe Berge besteigen.

Gay-Lussac stieg im Jahre 1804 in einem Luftballon bis zu einer Höhe von 21000 Fuß auf und beobachtete in dieser Höhe eine Temperatur von —7,6° R., während am Boden eine Temperatur von 24,8° R. herrschte. Auf Taf. 14 gibt Fig. 4 eine vergleichende Uebersicht der thermischen Beobachtungen, welche bei drei im Jahre 1852 in England unternommenen Luftfahrten angestellt wurden. Die Zahlen auf der linken Seite geben die nach pariser Fußen gemessenen Höhen, die Zahlen, welche auf den schattirten Streifen stehen, geben die an den entsprechenden Stellen beobachteten Temperaturen in Réaumur'schen Graden an.

Auf hohen Bergen zeigt schon die Veränderung der Vegetation die Abnahme der Temperatur an. Je höher man steigt, desto mehr nimmt die Vegetation den Charakter kälterer Himmelsstriche an. In Südamerika kann man in einem Tage aus der Region der Palmen bis zum ewigen Schnee aufsteigen. In der Andeskette ist nach Humboldt die mittlere Jahrestemperatur in einer Höhe über dem Meere von

0	Fuß	22° R.
6000	„	14,4° „
12000	„	5,6° „
15000	„	1,2° „

Am Abhang großer Gebirgsmassen kann man sich isothermische Linien gelegt denken, welche nähezu als horizontale Curven erscheinen werden. Taf. 14, Fig. 5 zeigt den Verlauf der Höhen-Isothermen in den Alpen. Man übersieht leicht, daß die Isotherme von 0° R. in einer Höhe von 6000 bis 7000 Fuß um die Alpen herumzieht.

Unter sonst gleichen Umständen ist es auf Hochebenen wärmer als auf isolirten Berggipfeln gleicher Höhe.

Die Temperaturabnahme in den höhern Luftregionen wird dadurch besonders markirt, daß auf hohen Gebirgen der Schnee selbst in den Sommermonaten nicht wegschmilzt, sodaß diese Gipfel stets mit Schnee bedeckt bleiben. Die untere Grenze des ewigen Schnees rückt um so tiefer gegen den Meeresspiegel herunter, je mehr man sich vom Aequator aus den Polen nähert. So ist z. B.:

für Quito	0°	n. Br.	die Höhe der Schneegrenze		15320′
„ Mexico	19°	„	„	„	13900′
„ Alpen	46°	„	„	„	8350′
„ Norwegen	71°	„	„	„	2220′

Wie ungleich die Höhe der Schneegrenze auf den Gebirgen verschiedener Gegenden ist, wird durch Fig. 8 auf Taf. 15 anschaulich gemacht, in welcher die vorzüglichsten Höhen von Amerika, Asien und Europa in Gruppen zusammengestellt sind. Nr. 1, 2 und 3 sind der Illimani, der Aconcagua und der Chimborasso in Südamerika. Dem Himalajagebirge gehören Nr. 4 und 5 (Schamalari und Dhawalagiri) an, Nr. 6 stellt den Kaukasus dar. Die übrigen Gipfel entsprechen europäischen Gebirgen: Nr. 7 den Pyrenäen, Nr. 8 den Alpen, Nr. 9 dem Sulitelma in Norwegen und Nr. 10 der Insel Magerde, deren nördlichste Spitze das Nordcap bildet.

Aus Fig. 5 auf Taf. 14 sieht man, daß die Schneegrenze (die Grenzlinie zwischen braun und blau) merklich höher liegt als die Jahres-Isothermen von 0°. Die Höhe der Schneegrenze ist vorzugsweise bedingt durch die Temperatur des heißesten Monats und die Menge des Schneefalls. Wie man aus Fig. 8, Taf. 15, sieht, liegt die Schneegrenze auf dem Nordabhang des Himalaja höher als auf dem Südabhang, weil auf dem Südabhang viel mehr Schnee fällt.

Da in hohen Gebirgen oberhalb der Schneegrenze mehr Schnee fällt als an Ort und Stelle wegschmelzen kann, so müßte hier eine ins Unendliche fortgehende Anhäufung von Schneemassen stattfinden, wenn nicht durch die Gletscher eine Ausgleichung vermittelt würde. Die Gletscher sind langsam fortschreitende Eisströme, welche sich in hohen Gebirgen aus der Region des ewigen Schnees in den Thalsohlen bis weit unter die Region der Schneegrenze herabsenken, sodaß das untere Gletscherende oft von einer blühenden Vegetation umgeben ist.

Der ursprünglich aus feinen Nädelchen bestehende Schnee wird durch theilweises Schmelzen und wieder Gefrieren in eine körnige Masse, den Firn, verwandelt, welcher sich durch häufige Wiederholung desselben Processes allmählich in eine aus einzelnen walnußgroßen, aber fest zusammengekeilten Körnern bestehende Eismasse verwandelt, welche auf ihrer geneigten Unterlage langsam thalabwärts gleitet. Fig. 7, Taf. 15, ist eine Ansicht des Rosenlauigletschers, welche sehr geeignet ist, einen richtigen Begriff von der Gletscherbildung zu geben. Man sieht, wie sich aus den ausgedehnten Schnee- und Firnfeldern die Eismasse, einer ungeheuern Thräne nicht ganz unähnlich, in die Tiefe hinabsenkt. Fig. 5, Taf. 15, stellt den Rhônegletscher dar, welcher, nachdem er in einem engern und steilern Thale, einer Eiscascade ähnlich, herabgestiegen ist, sich nun auf der erweiterten Thalsohle fächerförmig ausbreitet.

Aus der Karte des Mer de Glace im Chamounithal, Taf. 14, Fig. 6, sieht man, wie dieser mächtige Eisstrom durch die Vereinigung mehrerer Theilströme entsteht. Aus den Firnfeldern des Col du Géant senkt sich der Glacier du Géant herab, der sich weiter unten mit dem Glacier du Léchaud und dem Glacier du Talèfre vereinigt. Das untere Ende des Mer de Glace bei k liegt 3670 Fuß über dem Meeresspiegel, also ungefähr 4330 Fuß unter der Schneegrenze.

Im Jahre 1788 ließen die Begleiter Saussure's am obern Ende des Glacier du Géant bei g, Fig. 6, eine Leiter zurück, deren Bruchstücke im Jahre 1832, also nach 56 Jahren bei s wiedergefunden wurden. In 56 Jahren hat demnach der Eisstrom die Strecke von g bis s zurückgelegt, im Durchschnitt also jährlich einen Weg von 375 Fuß.

Das Eis des Col du Géant braucht 120 Jahre, um das untere Ende des Eismeers zu erreichen.

Von den Thalwänden, zwischen welchen die Gletscher eingebettet sind, fallen mehr oder minder große Felsstücke, Steingeröll und Grund auf die Ufer des Eisstroms, welche von dem Eise langsam thalabwärts getragen werden. Wenn nun zwei Gletscher zusammenstoßen, so gelangen diese Gesteinstücke, welche bis dahin auf den einander zugewendeten Ufern lagen, auf die Mitte des durch die Vereinigung gebildeten Gletschers und wandern nun auf der Mitte desselben (Mittelmoräne) fort, allen Krümmungen des Eisstroms folgend. Taf. 15, Fig. 6, welche den vom Siedelhorn aus gesehenen Unteraargletscher darstellt, ist eine Mittelmoräne in ausgezeichneter Weise sichtbar.

Das untere Ende der Gletscher ist stets von bedeutenden Gesteins- und Geröllmassen umgeben (Frontmoränen), welche durch das Eis allmählich herabgetragen worden sind. Wenn nun das untere Gletscherende einige Jahre lang vorrückt, so wird der Trümmerwall, welcher dasselbe umgibt, mit unwiderstehlicher Gewalt fortgeschoben, um liegen zu bleiben, wenn dann das untere Gletscherende sich wieder für einige Zeit zurückzieht. So sieht man Taf. 15, Fig. 5 einige alte Frontmoränen, welche wallartig das untere Ende des Rhônegletschers umgeben.

Mit der Entfernung vom Aequator steigen auch die Gletscher tiefer herab, um endlich in den Polarregionen beider Hemisphären den Meeresspiegel zu erreichen. So stellt Fig. 1 auf Taf. 15 einen Gletscher auf Spitzbergen und Fig. 2 einen solchen auf der Westküste von Grönland dar, welche beide von den Meereswogen umspült werden.

Temperatur des Bodens und der Quellen.

Um die Temperatur der obern Bodenschichten zu beobachten, kann man die Lamont'sche Vorrichtung, Taf. 16, Fig. 3, anwenden. In den Boden ist eine hölzerne Röhre von quadratischem Querschnitt eingesenkt, in welche 4 Balken passen, von denen einer auf dem andern steht und welche mittels einer Stange der Reihe nach herausgezogen werden können. An jedem dieser Balken ist eine Vertiefung angebracht, in welcher ein Thermometer mit großem Gefäß angebracht ist. Die fünf Thermometer befinden sich der Reihe nach 4, 8, 12, 16 und 20 Fuß tief unter der Oberfläche. Um die Beobachtung zu machen, wird erst A herausgezogen und das oberste Thermometer rasch abgelesen, dann das zweite u. s. w. Eine solche Beobachtung wird jede Woche einmal gemacht.

Nach solchen jahrelang zu München fortgesetzten Beobachtungen ist der jährliche Gang der Temperatur in Fig. 9, Taf. 13, für eine Tiefe von 4, 12 und 20 Fuß graphisch dargestellt. Die Figur zeigt, daß die jährlichen Extreme einander um so näher rücken, je tiefer man in den Boden eindringt. Für eine Tiefe von 20 Fuß beträgt diese Differenz nur noch $1\frac{1}{4}$° R. Außerdem aber tritt das jährliche Maximum und Minimum für tiefere Schichten später ein als für höhere. Während das Temperaturmaximum und Minimum auf der Oberfläche im Juli und Januar eintritt, geschieht dies in einer Tiefe von 20 Fuß erst im December und Mai.

Im mittlern Europa verschwinden die jährlichen Variationen der Temperatur in einer Tiefe von 70 Fuß, sodaß hier beständig die gleiche Temperatur herrscht, welche nur wenig höher ist als die mittlere Temperatur des Beobachtungsortes an der Oberfläche. Für Orte, deren mittlere Temperatur unter dem Gefrierpunkt liegt, wie dies im nördlichen Sibirien der Fall ist, bleibt der Boden in der Tiefe von einigen Fußen beständig gefroren.

Noch über die Tiefe hinaus, für welche die jährlichen Variationen der Temperatur verschwinden, in den Boden eindringend, wird die Temperatur stets höher; so fand man in einem Bohrloch

zu Rüdersdorf	in einer Tiefe von	680′	.... 17° C.
„ Grenelle	„ „ „ „	1650′	.... 28° „
„ Neusalzwerk	„ „ „ „	2050′	.... 33° „

Im Durchschnitt steigt die Temperatur um 1° C., wenn man um 100 Fuß tiefer in den Boden eindringt. Demnach müßte man schon in einer Tiefe von 10000′ die Temperatur des siedenden Wassers finden und in einer Tiefe von fünf Meilen müßte eine Hitze herrschen, bei welcher Gußeisen und Basalt flüssig sind. Demnach läßt sich kaum daran zweifeln, daß sich das Innere der Erde in feurig-flüssigem Zustande befindet.

Das in den Boden eindringende Regenwasser nimmt die Temperatur der Erd- und Felsschichten an, mit welchen es längere Zeit in Berührung bleibt, und so kommt es, daß die Temperatur etwas wasserreicher Quellen das ganze Jahr hindurch ziemlich constant bleibt und daß sie wenig von der mittlern Temperatur des Ortes verschieden ist, an welchem sie hervorbrechen. Solche Quellen jedoch, deren Wasser bis zu einer größern Tiefe eingedrungen war, werden eine um so höhere Temperatur zeigen, aus je größerer Tiefe ihr Wasser kommt. Zu den interessantesten heißen Quellen gehören die periodischen Springquellen Islands, namentlich aber der **große Geysir**.

Auf dem Gipfel eines ungefähr 70 Fuß hohen Hügels befindet sich ein Bassin on 48 Fuß, in dessen Mitte sich ein 9 Fuß weites Rohr bis zu einer Tiefe von 70 Fuß vertical hinabsenkt. Rohr und Bassin sind meist mit heißem Wasser gefüllt. Taf. 16, Fig. 5 ist das Bild einer Geysireruption, Fig. 4 dagegen ist eine Ansicht des Bassins und der Mündung des Rohrs zu einer Zeit, in welcher das Bassin wasserfrei ist.

Von Zeit zu Zeit schwillt das Wasser im Becken an und große Dampfblasen steigen auf. In Zwischenräumen von 80—90 Minuten wiederholt sich dieselbe Erscheinung, bis endlich eine große Eruption erfolgt. Das Wasser im Bassin schwillt höher an und ein Wasserstrahl schießt 80—100 Fuß hoch senkrecht in die Luft (Fig. 5); ungeheuere Dampfwolken verhüllen zum Theil die Wassersäule. Nach einer solchen Explosion ist das Bassin und das Rohr bis zu einer Tiefe von etwa 6 Fuß von Wasser entleert. Nach und nach steigt das Wasser wieder, bis das Bassin voll ist und nach einem oder mehrern Tagen eine neue Eruption erfolgt.

Durch Kanäle, welche man nicht weiter verfolgen kann, tritt das weit über 100° C. erhitzte Wasser am untern Ende des Rohrs in dasselbe ein, seine Temperatur sinkt aber um so mehr, je höher es aufsteigt. An jeder einzelnen Stelle ist die Temperatur des Wassers unmittelbar nach einer großen Eruption am geringsten, sie steigt aber allmählich wieder bis zur nächsten Eruption. Ueberall aber ist die Temperatur des Wassers geringer, als die Temperatur des Siedepunktes an dieser Stelle, welche mit der Tiefe wächst, weil außer dem Druck der Atmosphäre auch noch der Druck einer Wassersäule zu tragen ist. Ungefähr in einer Tiefe von 50 Fuß kommt die Temperatur des Wassers der Temperatur des entsprechenden Siedepunktes am nächsten. Bildet sich nun hier wirklich einmal eine große Dampfblase, so wird ein Theil des Wassers aus dem Rohre hinausgeworfen, der Druck, welcher auf den tiefern Wasserschichten lastet, wird vermindert und infolge davon tritt ein massenhaftes Kochen ein, durch welches das siedende Wasser hoch in die Luft geschleudert wird.

Um das Geysirphänomen im kleinen nachzuahmen, dient der Apparat Fig. 6, Taf. 16; ein 5 Zoll weites, 5 Fuß langes Blechrohr mündet oben in ein flaches Becken. Mit Wasser gefüllt steht das Rohr unten in einem Kohlenbecken, während in seiner Mitte ein zweites Kohlenbecken angebracht ist. An diesem Apparat erfolgt eine Eruption nach je 5 Minuten. Das Wasser wird dann 2—3 Fuß hoch in die Höhe geschleudert.

Temperatur der Meere.

Man hat versucht, **Isothermen der Oberfläche des Meerwassers** zu construiren, allein sie verlaufen so gekräuselt, daß man nicht wohl annehmen kann, daß sie das Gesetz der wahren Vertheilung der Wärme auf der Meeresoberfläche darstellen. Von größerer, namentlich zoologischer Bedeutung sind dagegen die **Isokrymen**, welche auf der Karte Taf. 13, Fig. 4 aufgetragen sind. Sie verbinden die Orte, an denen die Temperatur der Meeresoberfläche während

der 30 aufeinanderfolgenden kältesten Tage des Jahres gleich niedrig ist.

Während das Wasser der Landseen in großen Tiefen stets eine Temperatur von 4 bis 5° C. (also ungefähr die Temperatur seines Dichtigkeitsmaximums) hat, ist die Temperatur des salzhaltigen Wassers aller Meere in der Tiefe noch geringer. Selbst im Indischen Ocean fand man in einer Tiefe von 6000 Fuß eine Temperatur zwischen 2 und 3° C., während die Temperatur an der Oberfläche 24° C. betrug. Auch in den Tiefen der Polarmeere ist die Temperatur des Wassers 2 bis 3° C.

Daß selbst in den Tiefen der Aequatorialmeere eine so niedrige Temperatur herrscht, läßt sich nur dadurch erklären, daß in der Tiefe stets das an den Polen erkaltete Wasser dem Aequator zuströmt. Das ist aber nicht möglich, ohne daß an der Oberfläche des Meeres Strömungen vorkommen, welche das Wasser der Tropen den Polen zuführen. Auf der Karte Taf. 14, Fig. 1 sind die bedeutendern Strömungen an der Oberfläche des Meeres eingezeichnet, und zwar die warmen roth, die kalten schwarz. Für Europa ist der Golfstrom von besonderer Wichtigkeit, welcher, aus dem Mexicanischen Meerbusen kommend, zunächst an den Küsten von Nordamerika hinläuft und sich dann gegen Europa wendet.

Während sich der Lauf der Strömungen an der Oberfläche des Meeres durch Beobachtungen feststellen läßt, entziehen sich die Strömungen in der Tiefe vollständig der Wahrnehmung. Auch auf theoretischem Wege läßt sich ihr Lauf nicht ermitteln und zwar um so weniger, da uns die Gestaltung des Meeresbodens fast ganz unbekannt ist. Nur für wenige Gegenden kennt man das Profil des Meeresbodens genauer, wie z. B. für den Atlantischen Ocean zwischen Irland und Neufundland, wo man es wegen Legung des Telegraphenkabels sondirte. Fig. 13 auf Taf. 16 stellt dieses Profil dar, und zwar sind hier die Meerestiefen in einem hundertmal größern Maßstab aufgetragen als die horizontalen Entfernungen. Die größte Meerestiefe zwischen St.-Johns (a) und Valentia (b) beträgt 2170 Faden (1 Faden = 6 Fuß englisch).

Eine andere Bewegung der Meeresoberfläche, welche nicht thermischen Ursprungs ist, welche aber doch am besten hier besprochen wird, ist die Ebbe und Flut. 6 Stunden 12½ Minuten lang steigt das Meer, das ist die Flut; dann fällt es wieder in den nächsten 6 Stunden 12½ Minuten, und dieses Sinken wird die Ebbe genannt. Innerhalb 24 Stunden 50 Minuten (die Zeit von einer Mondculmination zur nächsten) findet also zweimal Ebbe und zweimal Flut statt. Daraus ersieht man schon, daß Ebbe und Flut vorzugsweise durch den Mond bedingt sind, was noch augenscheinlicher dadurch hervortritt, daß das Maximum der Flut stets um eine bestimmte Zeit nach dem (obern und untern) Durchgang des Mondes durch den Meridian stattfindet. Diese Zeit, welche den Namen Hafenzeit führt, ist von einem Orte zum andern infolge localer Ursachen verschieden. So beträgt die Hafenzeit in

Cadix	1 St. 15 M.	Plymouth	6 St. 5 M.
Lissabon	4 „ 0 „	Calais	11 „ 45 „
Bayonne	3 „ 30 „	Hamburg	5 „ 0 „

Die Fluthöhe, d. h. der Unterschied zwischen der Höhe des Meeresspiegels zur Zeit der Flut und zur Zeit der darauffolgenden Ebbe, ist für einen und denselben Ort veränderlich, indem sie theils periodische, theils zufällige Schwankungen erleidet. Die periodischen rühren daher, daß auch die Sonne eine Ebbe und Flut veranlaßt, welche aber geringer ist als die Mondflut. Die Höhe der Fluten ist deshalb am größten zur Zeit des Neumondes und des Vollmondes (Springflut); sie ist am kleinsten zur Zeit des ersten und letzten Mondviertels.

Die zufälligen Schwankungen werden vorzugsweise durch Winde und Stürme bedingt, welche je nach Umständen das Steigen der Flut begünstigen oder hemmen. Ebenso ist die Fluthöhe von localen Verhältnissen abhängig. Im Mittelländischen Meere kaum merklich, ist sie an den Küsten von England und Frankreich sehr bedeutend. So ist z. B. die mittlere Höhe der Springflut zu Bayonne 9 Fuß, zu London 18 Fuß, zu St.-Malo 36 Fuß, in der Fundybay (British-Nordamerika) 60 bis 70 Fuß. Auf kleinen mitten im Ocean liegenden Inseln ist die Fluthöhe unbedeutend, z. B. 3 Fuß auf St.-Helena, 2 Fuß auf den kleinen Inseln der Südsee.

Mit dem Namen der Isorachien bezeichnet man solche Curven, welche, wie die Taf. 14, Fig. 2 gezogenen, alle Orte der Meeresoberfläche miteinander verbinden, die gleichzeitig den Gipfel einer Flutwelle bilden. Haben z. B. alle Punkte einer mit 2 bezeichneten Curve zu einer bestimmten Stunde des Tags Hochwasser, so wird die Flutwelle in zwei, in vier, in sechs Stunden bis zu den folgenden mit 4, 6, 8 bezeichneten Curve vorgedrungen sein.

Bei der großen Kälte, welche an der Oberfläche der Polarmeere herrscht, muß eine massenhafte Eisbildung stattfinden. Da aber beim Gefrieren des salzhaltigen Meerwassers sich salzfreies Eis bildet, so ist die Eisbildung von der Ausscheidung einer concentrirten Salzlösung begleitet, welche zwischen den gebildeten Eisblättchen eingeschlossen bleibt, weshalb denn auch das aus Meerwasser entstandene Eis nicht compact und fest ist, wie das Süßwassereis, sondern leicht zerbrechlich und schwammig.

Wenn die Oberfläche des Meeres gefriert, so bilden sich meilenweit ausgedehnte Eisfelder, welche, durch den Wogenschlag zerbrochen, das Treibeis liefern. Durch Meeresströmungen und Winde wird das Treibeis oft ziemlich weit gegen den Aequator hingetrieben. In der Karte Taf. 14, Fig. 1, ist die durchschnittliche Grenze des Treibeises auf beiden Hemisphären durch V. V. V. bezeichnet.

Das Treibeis ragt nicht weit über den Meeresspiegel empor. Manchmal begegnet man aber schwimmenden Eisbergen, welche 100—120 Fuß hoch über den Meeresspiegel emporragen. Diese Eisberge, welche viel weiter gegen den Aequator vordringen als das Treibeis, bestehen aus festem Süßwassereis und stammen von Gletschern, welche in das Meer vorgeschoben, von der übrigen Gletschermasse abgebrochen und durch die Wogen von ihrem Bildungsorte weggeführt wurden. Taf. 15, Fig. 3 und 4 sind Ansichten solcher schwimmender Eisberge.

Das Luftmeer, sein Druck und seine Strömungen.

Größe und Variationen des Luftdrucks.

Wenn man sich über den Spiegel des Meeres erhebt, so sinkt die Barometersäule. Ungefähr in der Höhe der punktirten Horizontallinie, Taf. 15, Fig. 8, welche den Gipfel des Kaukasus streift, ist der mittlere Barometerstand nur noch halb so hoch als im Niveau des Meeres. Der kleine Ballon, den man in dieser Figur etwas rechts über dem Berggipfel 8 schweben sieht, bezeichnet die Höhe, bis zu welcher Gay-Lussac

im Luftballon aufgestiegen war. In einer Höhe von 8 geographischen Meilen ist die Dichtigkeit der Luft 500 mal geringer als am Spiegel des Meeres.

Wenn man das an einem bestimmten Orte aufgestellte Barometer einige Zeit lang beobachtet, so zeigt sich bald, daß es regellos um einen mittlern Stand schwankt. In diesen unregelmäßigen, zufälligen Schwankungen lassen sich jedoch auch periodische Schwankungen nachweisen, wenn man aus langen Beobachtungsreihen die entsprechenden Mittelzahlen berechnet. Nimmt man z. B. das Mittel aus allen im Laufe eines Jahres um 6, 7, 8 Uhr u. s. w. gemachten Beobachtungen, so läßt sich danach der mittlere tägliche Gang des Barometers bestimmen. Das Mittel aus allen im Laufe eines Monats gemachten Barometerbeobachtungen liefert den mittlern Barometerstand des Monats, und wenn man das barometrische Mittel für alle Monate des Jahres berechnet hat, so ergibt sich danach das Gesetz der jährlichen Variationen des Barometerstandes.

In unsern Gegenden sind die periodischen Schwankungen des Barometers sehr klein gegen die zufälligen, sodaß sie erst durch längere Beobachtungsreihen sichtbar gemacht werden können. In den Tropen dagegen treten die periodischen Variationen des Barometers viel entschiedener hervor, wie man aus den Figuren 7 und 8, Taf. 14, ersieht. Fig. 7 stellt den Gang der täglichen, und Fig. 8 stellt den Gang der jährlichen Variationen des Barometers für Kalkutta und Petersburg dar.

Die Ursache der Barometerschwankungen liegt darin, daß eine wärmere Luftsäule bei gleicher Höhe einen geringern Druck ausübt als eine kältere, das Barometer wird also im allgemeinen steigen müssen für Winde, die aus kältern, es wird fallen müssen für Winde, die aus wärmern Gegenden kommen. Im allgemeinen wird deshalb auch der Gang des Thermometers und des Barometers ein entgegengesetzter sein müssen, wie sich dies auch im Winter am entschiedensten ausspricht. So stellt z. B. die obere Curve in Fig. 10, Taf. 13, den Gang des Thermometers, die untere Curve stellt den des Barometers zu Frankfurt a. M. vom 11. Januar bis zum 6. Februar 1837 dar.

Bei uns sind nun die von den Aequatorialgegenden kommenden Südwestwinde zugleich feuchte Regenwinde, die kalten Nordostwinde sind zugleich trockene Winde, woher es denn kommt, daß das Barometer bei regnerischem Wetter durchschnittlich tiefer, bei hellem, trockenem Wetter aber höher steht.

Wenn dieser Gegensatz im Sommer nicht so rein auftritt, so ist der Grund davon darin zu suchen, daß im Sommer die unmittelbare Wirkung der Sonne mehr in den Vordergrund tritt. Die Wirkung der Sonnenstrahlen wird aber bei Südwestwind durch die Wolkendecke gemildert, während sie bei dem heitern Himmel, den der Nordostwind bringt, ganz ungeschwächt auftritt.

Winde und Stürme.

Die Entstehung der Winde ist durch die ungleiche Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre bedingt. Da wo die Erdoberfläche durch die Sonnenstrahlen am stärksten erhizt wird, muß die erwärmte Luft wegen ihres geringern specifischen Gewichts aufsteigen, um oben seitwärts abzufließen, während am Boden frische Luft von kältern Gegenden zuströmt.

Im kleinen läßt sich dies durch folgenden Versuch darthun. Man öffne im Winter die Thür eines geheizten Zimmers, welche in einen kalten Raum führt so weit, daß ein ungefähr zwei Finger breiter Spalt entsteht, wie Taf. 16, Fig. 7 andeutet, und halte dann eine brennende Kerze in den Spalt, so wird die Flamme nach außen geblasen, wenn man sie in die obere, nach innen, wenn man sie in die untere Hälfte der Spaltöffnung hält, während die Flamme in der mittlern Höhe der Spaltöffnung unbewegt bleibt.

Demnach muß also dem Aequatorialgürtel der Erde in den untern Schichten der Atmosphäre von beiden Polen her stets Luft zuströmen, und so müßte auf der einen Seite dieses Gürtels ein beständiger Nord-, auf der andern Seite ein beständiger Südwind wehen; durch die Rotation der Erde werden aber diese Winde in beständige Nordost- und Südostwinde verwandelt, welche den Namen der Passatwinde führen.

In voller Regelmäßigkeit wehen diese Passatwinde nur auf dem offenen Meere. Taf. 14, Fig. 3, die Region des Nordostpassats, sowie die des Südostpassats, sind durch rothe Färbung ausgezeichnet.

Da wo der Nordostpassat von der nördlichen, der Südostpassat von der südlichen Hemisphäre zusammentreffen, combiniren sie sich zu einem rein östlichen Winde, der aber unmerklich wird, weil die horizontale Bewegung durch eine verticale Bewegung der infolge ihrer starken Erwärmung mächtig aufsteigenden Luft neutralisirt wird. Es würde hier fast vollkommene Windstille herrschen, wenn nicht die heftigen Stürme, welche die fast täglich unter Blitz und Donner stattfindenden Regengüsse begleiten, die Ruhe der Atmosphäre störten. — Die Zone, welche die Passatwinde der beiden Hemisphären trennt, ist die auf der Karte Taf. 14, Fig. 3 gleichfalls verzeichnete Region der Calmen.

Die Region der Calmen fällt nicht mit dem Aequator zusammen, sondern sie liegt etwas nördlich von demselben, was eine Folge davon ist, daß auf der nördlichen Halbkugel viel mehr Land liegt als auf der südlichen.

Die in der Region der Calmen aufsteigende Luft fließt in der Höhe nach beiden Seiten hin ab, um sich nach den Polen zu ergießen. Die Richtung dieses obern Passats ist der des untern entgegengesetzt; sie ist auf der nördlichen Halbkugel eine südwestliche, auf der südlichen eine nordwestliche.

In größerer Entfernung vom Aequator senkt sich der obere Passat mehr und mehr gegen die Erdoberfläche. Auf dem Gipfel des Pic von Teneriffa wehen häufig Südwestwinde, während am Meeresspiegel der Nordostpassat herrscht.

Im Indischen Ocean ist die Regelmäßigkeit der Passatwinde durch die Configuration der Ländermassen gestört. Im südlichen Theile des Indischen Oceans, zwischen Madagaskar und Neuholland, herrscht freilich das ganze Jahr hindurch der Südostpassat, in dem nördlichen Theile dieses Meeres aber weht der Nordost vom September bis zum April, der Südwest dagegen vom April bis zum September. Diese regelmäßig abwechselnden Winde werden Moussons genannt. Auf der Karte Taf. 14, Fig. 3 ist die Region der Moussons gleichfalls bezeichnet.

Der von den Aequatorialgegenden abströmende, sich mit der Annäherung gegen die Pole immer mehr senkende obere Passat erreicht endlich den Boden, und zwar auf der nördlichen Hemisphäre als Südwest-, auf der südlichen als Nordwestwind. Außerhalb der Region der Passate gehen also die beiden Strömungen, welche die Luft dem Aequator zu und von demselben wegführen, nicht mehr übereinander, sondern nebeneinander her, indem sie sich abwechselnd gegenseitig

verdrängen; bald erlangt der Nordost, bald der Südwest die Oberhand, und bei dem Uebergange aus einer dieser Hauptwindrichtungen in die andere sehen wir die Zwischenwinde nach allen Richtungen der Windrose wehen.

Der bei oberflächlicher Betrachtung ganz regellose Wechsel der Windrichtungen unterliegt, wie genauere Untersuchungen gezeigt haben, doch einem bestimmten Gesetze, indem die Winde innerhalb der nördlichen gemäßigten Zone in der Regel in folgender Ordnung aufeinanderfolgen: Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd.

Am regelmäßigsten läßt sich diese Drehung des Windes im Winter beobachten. Häufig springt der Wind in einer dem eben angeführten Drehungsgesetz entgegengesetzten Richtung um 45—90 Grad zurück, um sich dann wieder in normaler Richtung, also wie der Zeiger einer Uhr, weiter zu drehen.

In der südlichen gemäßigten Zone erfolgt die Drehung des Windes nach der entgegengesetzten Richtung.

Ein Wind, dessen Geschwindigkeit 30 — 40 Fuß in der Secunde beträgt, wird ein starker, ein solcher von 40—60 Fuß Geschwindigkeit wird ein heftiger genannt. Wächst die Geschwindigkeit des Windes über 60 Fuß in der Secunde, so geht er in Sturm über. Die stärksten Stürme von 120—150 Fuß Geschwindigkeit werden als Orkane bezeichnet.

Stürme sind stets die Folge einer irgendwo eingetretenen starken Verminderung des Luftdrucks, weshalb sie denn auch stets von einem starken Fallen des Barometers begleitet sind. Bei heftigen Stürmen sinkt das Barometer öfters rasch um 18—22 Linien. Die Luft strömt aber nicht einfach von allen Seiten her gegen die Stelle der größten Luftverdünnung hin, sondern sie nimmt eine wirbelnde Bewegung um das selbst fortschreitende barometrische Minimum an.

In der nördlichen gemäßigten Zone schreitet das Minimum des Luftdrucks in südwestlicher Richtung vor, wie es der gefiederte Pfeil in Fig. 8, Taf. 16, anzeigt, welche den Verlauf des Sturms vom 24. auf den 25. December 1821 darstellt. Um die Stelle des geringsten Luftdrucks wirbelt aber die Luft entgegengesetzt dem Zeiger einer Uhr, also in der Richtung der ungefiederten Pfeile der Fig. 8. An den Orten, welche auf dem Wege des barometrischen Minimums liegen, wie z. B. zu London in dem durch Fig. 8 erläuterten Fall, beginnt also der Sturm mit Südost, um dann rasch in Nordwest umzuschlagen. An Orten, welche südöstlich vom Wege des Minimums liegen, beginnt der Sturm mit Südsüdost und schlägt durch Süd nach West um; auf der Nordwestseite des Minimums dagegen setzt der Sturm mit Ostsüdost ein und schlägt durch Ost nach Nord um.

Auf der Südostseite des Minimums wüthet der Sturm weit heftiger als auf der Nordwestseite, denn auf der Südostseite summirt sich die Geschwindigkeit des Wirbels zu der Geschwindigkeit, mit welcher das Minimum fortschreitet, auf der Nordwestseite dagegen sind diese beiden Geschwindigkeiten einander entgegengesetzt.

In der Nordhälfte der heißen Zone ist die Rotationsrichtung der Wirbelstürme dieselbe wie in der nördlichen gemäßigten Zone, das Centrum des Sturms schreitet aber in südöstlicher Richtung vorwärts, um beim Uebergang in die gemäßigte Zone nach südwestlicher Richtung umzubiegen, wie Taf. 16, Fig. 9 erläutert. Auf der südlichen Hemisphäre ist die Rotationsrichtung der Wirbelstürme die entgegengesetzte von der auf der nördlichen Halbkugel stattfindenden. Innerhalb der heißen Zone schreiten südlich vom Aequator die Centra der Wirbelstürme in nordöstlicher Richtung vorwärts, um beim Uebergang in die südliche gemäßigte Zone eine nordwestliche Richtung anzunehmen, wie Fig. 10 zeigt.

Wir haben eben Wirbelwinde im großartigsten Maßstabe betrachtet; ganz ähnliche Erscheinungen kommen aber auch im kleinsten Maßstabe vor. Bei herannahenden Gewittern sieht man oft Luftwirbel, deren Durchmesser nur einige Fuß beträgt, welche außer Staub und Sand noch Blätter, Stroh, kleine Baumzweige u. s. w. mit in die Höhe nehmen. Wirbelwinde von größern Dimensionen (20—100 Fuß Durchmesser) und größerer mechanischer Kraft werden Wettersäulen oder Tromben genannt. Sie sind im Stande, Bäume zu brechen und zu entwurzeln, Breter und Balken hoch in die Luft zu heben und Hunderte von Schritten fortzuführen u. s. w. Durch aufgewirbelte Staubmassen werden sie auf weithin sichtbar gemacht. Ueber das Meer, über Seen und Flüsse hinziehend, wühlen sie das Wasser so gewaltig auf, daß es sich wirbelnd zu einer schäumenden Wasserpyramide (Wasserhose) erhebt. Taf. 16, Fig. 12 stellt eine am 10. Juni 1858 in der Nähe von Königswinter auf dem Rhein beobachtete Wasserhose dar.

In neuerer Zeit hat man vielfach den elektrischen Telegraphen zu Sturmwarnungen benutzt, und zwar werden am zweckmäßigsten die telegraphischen Witterungsberichte zu diesem Zwecke benutzt. In verschiedenen Ländern hat man Centralstationen errichtet, welche täglich telegraphische Nachricht über den Stand der meteorologischen Instrumente von einer Reihe von Stationen empfangen, die mit ihr in Verbindung stehen. Das großartigste System telegraphischer Witterungsberichte ist ohne Zweifel dasjenige, dessen Centralstation die pariser Sternwarte ist und welches fast ganz Europa umfaßt. Jeden Morgen um 8 Uhr geht ein telegraphischer Bericht von einigen schwedischen, norwegischen, russischen, niederländischen, englischen, französischen, spanischen, italienischen, österreichischen Stationen ein; also fast aus ganz Europa wird morgens um 8 Uhr der Witterungszustand telegraphisch nach Paris berichtet und von da aus werden dann gleichfalls auf telegraphischem Wege verschiedenen Seehäfen die wichtigsten Notizen mitgetheilt. Außerdem aber werden die eingelaufenen Berichte über Thermometer- und Barometerstand, Windrichtung, Bewölkung, Regen u. s. w. täglich in dem Bulletin international zusammengestellt, und diesem noch ein Kärtchen von Europa beigegeben, in welchem die nach den berichteten Barometerständen construirten Isobaren, d. h. Linien gleichzeitigen gleichen Barometerstandes, eingetragen sind. Taf. 16, Fig. 11 ist die Copie des für den 15. November 1864 construirten Kärtchens. An der Grenze zwischen England und Schottland bestand am Morgen jenes Tages ein barometrisches Minimum von 729^{mm}, um welche die Isobaren von 730^{mm} (73 Centimeter), 735^{mm}, 740^{mm} als geschlossene Curven herumlaufen. Auf den südwestlichen Küsten von Norwegen, der Südküste von England und der Südwestküste von Island war der Barometerstand 745^{mm} u. s. w.

Wenn, wie es hier der Fall ist, um ein barometrisches Minimum die von 5 zu 5^{mm} fortschreitenden Isoboren dicht gedrängt herumlaufen, so findet sicherlich eine stürmische Bewegung der Luft statt, welche nach den besprochenen Gesetzen um die Stelle des tiefsten Barometerstandes herumwirbelt. Das Centrum des Wirbelsturms aber schreitet mit einer Geschwindigkeit von 70—100 geographischen Meilen in 24 Stunden fort, sodaß es meist noch

möglich ist, die vom Sturm zunächst bedrohten Häfen zu warnen.

Hydrometeore.

In einem lufterfüllten Raume kann ebenso viel Wasserdampf enthalten sein, wie bei gleicher Temperatur in einem gleichgroßen luftleeren Raume. Wird etwas Wasser in einen luftleeren Raum gebracht, so geht die Verdampfung so rasch vor sich, daß er in kürzester Zeit mit Wasserdämpfen erfüllt ist, bringt man aber Wasser mit einem lufterfüllten Raum in Berührung, so geht die Dampfbildung nur allmählich vor sich, weil die Luft ein mechanisches Hinderniß für die Verbreitung des Wasserdampfes bildet, sodaß erst nach längerer Zeit der Sättigungszustand eintritt. Daher kommt es, daß unsere Atmosphäre, obgleich sie vielfach mit Wasser in Berührung ist, selten mit Wasserdampf gesättigt ist.

Die Menge des Wasserdampfes, welchen ein gegebener luftleerer oder mit Luft erfüllter Raum aufzunehmen im Stande ist, hängt von der Temperatur ab. Ein Kubikmeter Luft kann aufnehmen

bei 0° C. .... 5,4 Gramm, 20° C. .... 17,4 Gramm,
„ 10° C. .... 9,7 „ 30° C. .... 29,4 „

wenn also bei 30° C. in 1 Kubikmeter Luft nur 17,4 Gramm Wasserdampf enthalten sind, so ist sie nicht gesättigt, sie enthält nur $\frac{17,4}{29,4} = 0,59$, d. h. 59 Procent des Wasserdampfes, welchen sie bei 30° C. überhaupt aufzunehmen im Stande ist.

Um den Wassergehalt der Luft zu ermitteln, hat man verschiedene Instrumente construirt. Daniel's Hygrometer, Taf. 16, Fig. 21, besteht aus einer gekrümmten Röhre, welche mit zwei Kugeln endigt. Die eine, a, ist vergoldet, die andere ist mit einem Leinwandläppchen umwickelt. a ist zur Hälfte mit Aether gefüllt und enthält ein kleines Thermometer, dessen Theilung in die Röhre t hineinragt. Der Apparat ist vollkommen luftleer. Wenn man nun Aether auf die Kugel b tröpfelt, so wird sie durch dessen Verdampfung erkaltet, in ihrem Innern werden Aetherdämpfe condensirt und dadurch eine Verdampfung in der Kugel a bewirkt, welche eine Abkühlung derselben zur Folge hat. Ist die Abkühlung bis zu der Temperatur fortgeschritten, für welche die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, so beschlägt sich die Kugel a mit einer zarten Thauschicht. Die Temperatur, welche das Thermometer in t in dem Augenblicke zeigt, in welchem der Beschlag auf a erscheint, ist der Thaupunkt, d. h. die Temperatur für welche die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Nehmen wir an, die Temperatur der Luft sei 30° C., im Moment des Beschlags zeige das Thermometer in t 20° C., so enthält die Luft gerade so viel Wasserdampf, als sie bei 20° C. aufzunehmen im Stande ist, jedes Kubikmeter Luft enthält also 17,4 Gramm Wasserdampf, d. h. 59 Procent des für 30° C. möglichen Wassergehalts.

August's Psychrometer, Taf. 16, Fig. 22, besteht aus zwei an einem und demselben Gestell befestigten Thermometern. Die Kugel des einen, A', ist mit einem feinen Leinwandläppchen umgeben, während die Kugel A des andern frei bleibt. Dem Leinwandläppchen von A' wird aus einer Glasröhre B stets etwas Wasser zugeführt, sodaß es beständig feucht bleibt. Ist nun die Luft mit Wasserdampf gesättigt, so kann aus der Leinwandhülle von A' nichts verdampfen, beide Thermometer stehen gleich hoch. Ist aber die Luft nicht gesättigt, so findet bei A' eine Verdampfung statt, infolge deren diese Thermometerkugel um so mehr erkaltet wird, je weiter die Luft von ihrem Sättigungspunkte entfernt, je lebhafter also die Verdampfung bei A' ist. Aus der Differenz der beiden Thermometer läßt sich der Wassergehalt der Luft berechnen.

Während man durch die beiden eben besprochenen Instrumente den absoluten Wassergehalt der Luft erfährt, gibt das Sauſſure'ſche Haarhygrometer, Taf. 16, Fig. 23, den relativen Wassergehalt der Luft an, d. h. es gibt an, wie viel Procent des für die herrschende Temperatur möglichen Wassergehalts in der Luft wirklich vorhanden sind. Das Haar c ist mit seinem obern Ende durch ein Zängelchen d gefaßt, das untere Ende aber ist in einer Rinne der Rolle o befestigt, um deren zweite Rinne ein Seidenfaden geschlungen ist, welcher ein kleines Gewicht p trägt, durch welches das Haar beständig gespannt erhalten wird. An der Achse der Rolle ist ein Zeiger befestigt, welcher an einem Gradbogen hin- und hergeht, wenn die Rolle nach der einen oder andern Seite gedreht wird. Bei feuchter Luft absorbirt das Haar Wasserdampf, es verlängert sich und die Spitze des Zeigers geht abwärts. In trockener Luft verkürzt sich das Haar, und die Spitze des Zeigers geht in die Höhe. Der Punkt der Skala, in welchem sich der Zeiger einstellt, wenn sich das Instrument in absolut trockener Luft befindet, wird mit o, derjenige dagegen, in welchem er sich in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft einstellt, wird mit 100 bezeichnet und der Zwischenraum in 100 gleiche Theile getheilt.

Mit Hülfe dieser Instrumente hat man gefunden, daß im Sommer durchschnittlich der Wassergehalt der untern Luftschichten bei Sonnenaufgang am geringsten ist. Er nimmt dann rasch zu bis 9 Uhr morgens, wo er wieder zu sinken beginnt, weil ein aufsteigender Luftstrom nun den Wasserdampf in die Höhe führt, und zwar dauert das Sinken bis gegen 4 Uhr nachmittags. Um 9 Uhr abends erreicht der Wassergehalt der Luft ein zweites Maximum, um dann bis Sonnenaufgang zu sinken.

Im Winter findet nur ein Maximum des Wassergehalts, und zwar um 2 Uhr nachmittags statt, während das Minimum des Wassergehalts auf die Zeit des Sonnenaufgangs fällt.

Wir sagen die Luft sei trocken, wenn das Wasser rasch verdunstet, wir nennen sie feucht, wenn befeuchtete Gegenstände langsam trocknen. Feucht nennen wir also die Luft, wenn sie ihrem Sättigungspunkte nahe, trocken dagegen, wenn ihr Wassergehalt weit vom Sättigungspunkte entfernt ist. An einem heißen Sommertage kann sehr viel Wasserdampf in der Luft enthalten sein, und wir nennen sie doch trocken, weil sie bei der herrschenden Temperatur noch weit mehr aufnehmen könnte. An einem Wintertag enthält die Luft weit weniger Wasserdampf, wir nennen sie aber doch feucht, weil sie ihrem Sättigungspunkte nahe ist. In diesem Sinne ist die Luft zur Zeit des Sonnenaufgangs am feuchtesten, obgleich der absolute Wassergehalt derselben zu dieser Zeit am geringsten ist.

Wird die Luft noch unter die Temperatur erkaltet, für welche sie mit Wasserdampf gesättigt ist, also noch unterhalb ihres Thaupunktes, so muß ein Theil ihres Wasserdampfes als Wasser ausgeschieden werden. Bringt man an einem heißen Sommertage eine mit Wasser gefüllte Flasche, welche in einem kalten Keller gestanden hat, ins Freie, so wird sie sich ringsum mit feinen Wassertröpfchen überziehen, sie wird sich beschlagen. Die mit der Flasche zunächst in Berührung kommenden Luftschichten werden so weit erkaltet, daß

sie einen Theil ihres Wassergehalts in Thauform an den kalten Körper absetzen müssen. So entsteht der Thau auf einer Wiese, wenn in einer heitern windstillen Nacht das Gras durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltet und seine niedrige Temperatur auch den untern mit Wasserdampf beladenen Luftschichten mittheilt. Reif entsteht, wenn die Temperatur des Körpers, an welchen sich der condensirte Wasserdampf ansetzt, unter den Gefrierpunkt erkaltet ist.

Wenn die Verdichtung der Wasserdämpfe nicht durch Berührung mit kalten Körpern, sondern durch die ganze Masse der Luft hindurch vor sich geht, so entstehen Nebel. Frei in der Luft schwebende Nebel werden Wolken genannt. Unter den unendlich mannichfaltigen Gestalten der Wolken hat man folgende Hauptformen unterschieden:

1) Die Federwolke, cirrus, besteht aus zarten locken- oder federartigen Fasern. In Fig. 9, Taf. 15, welche die wichtigsten Wolkenformen darstellt, sieht man die Federwolken in der Ecke oben rechts, bis herunter wo die zwei Vögel schweben.

2) Die Haufenwolke, cumulus, welche in unserer Figur gerade unter der Federwolke gezeichnet ist, bildet große halbkugelförmige Massen, welche auf horizontaler Basis zu ruhen scheinen. Diese Wolken zeigen sich vorzugsweise im Sommer; manchmal thürmen sie sich zu malerischen Gruppen auf und bieten dann von der Sonne beschienen den Anblick ferner Schneegebirge.

3) Die Schichtwolken, stratus, sind horizontale Wolkenstreifen, in unserer Figur unter dem cumulus, welche vorzugsweise bei Sonnenuntergang mit großer Farbenpracht erscheinen.

Diese Grundformen gehen auf mannichfaltige Weise ineinander über; solche Uebergangsformen werden als cirro-cumulus, cirro-stratus und cumulo-stratus bezeichnet. Wenn die Haufenwolken dichter werden, so gehen sie in die streifigen Haufenwolken über, welche oft den ganzen Horizont mit einem blauschwarzen Farbenton überziehen und endlich in die eigentliche Regenwolke, nimbus (in Fig. 9 links), übergehen.

Wenn durch fortwährende Condensation von Wasserdämpfen die einzelnen Nebelbläschen größer und schwerer werden, wenn endlich einzelne Bläschen sich nähern und zusammenfließen, so bilden sie Wassertropfen, welche nun als Regen herabfallen.

Die Instrumente, welche dazu dienen, die Regenmenge zu messen, werden Ombrometer, Regenmesser genannt. Taf. 16, Fig. 24 stellt einen Regenmesser der einfachsten Art dar. Der Regen fällt in das Blechgefäß, dessen obere freie Oeffnung einen Flächeninhalt von 500 Quadratcentimetern hat. Aus diesem fällt das Wasser durch eine Oeffnung von 1 Centimeter Durchmesser in ein Reservoir, aus welchem es jeden Tag um 2 Uhr nachmittags durch einen Hahn abgelassen und in dem graduirten Glascylinder, Fig. 25, aufgefangen wird. Die Theilung des Glascylinders ist so eingerichtet, daß man an derselben ablesen kann, wie hoch mittels der im Laufe der letzten 24 Stunden gefallenen Regenmenge eine Fläche von 500 Quadratcentimetern bedeckt worden wäre. In diesem Sinne beträgt die jährliche Regenmenge zu

Lissabon	25	pariser Zoll.
Dover	44	„ „
London	23	„ „
Paris	21	„ „
Regensburg	21	„ „
Bergen	83	„ „
Petersburg	17	„ „
Rom	29	„ „

In England, auf den Westküsten von Frankreich, in den Niederlanden und in Norwegen herrschen Herbstregen, in Deutschland, den westreinischen Provinzen, Dänemark und Schweden, herrschen die Sommerregen vor. Die Sommerregen fehlen fast ganz im südöstlichen Frankreich, Italien, dem südlichen Spanien und Portugal u. s. w.

Die Anzahl der Regentage nimmt in Europa von Süden nach Norden zu. Im Durchschnitt kommen auf das Jahr

im südlichen Europa	120	Regentage
„ mittlern „	146	„
„ nördlichen „	180	„

Wenn im nördlichen Europa die Zahl der Regentage zunimmt, so nimmt dagegen die Intensität des Regens ab.

In den Tropen ist die Regenmenge im allgemeinen sehr bedeutend. Sie beträgt zu

Bombay	74 Zoll	Rio de Janeiro	90 Zoll
Kandi	69 „	San-Domingo	100 „
Sierra-Leona	81 „	Havana	90 „

In denjenigen Ländern, welche in der Nähe des Passate liegen, treten periodische Regen auf. In der trockenen Jahreszeit, während die Sonne auf der andern Hemisphäre steht, ist der Himmel meist heiter und es regnet selten; die Regenzeit tritt ein, wenn sich die Sonne dem Zenith nähert. In Bengalen in der Regenzeit regnet es von 9 Uhr morgens bis 4 Uhr nachmittags, des Nachts aber ist der Himmel heiter. Zu Anfang und gegen Ende der Regenzeit wird die Zeit des Tags, in welcher es regnet, immer kürzer. Diese Regenschauer sind meist von heftigen Donner begleitet.

An der steilen Westküste von Vorderindien (Malabar) fällt die Regenzeit mit der Zeit unsers Sommers zusammen, während auf der Ostküste (Koromandel) die Regenzeit mit unserm Winter zusammenfällt.

In der Region der Calmen finden fast täglich heftigsten Regengüsse statt. Die Sonne geht fast immer bei heiterm Himmel auf, gegen Mittag bilden sich einzelne Wolken, welche immer dichter werden und ihnen endlich unter heftigen Windstößen und elektrischen Entladungen eine ungeheuere Regenmenge entstürzen. Gegen Abend zerstreut sich das Gewölk, und die Nacht geht meist bei heiterm Himmel unter.

Die Karte Taf. 14, Fig. 3 soll dazu dienen, ein Bild von der Vertheilung des Regens auf der Erdoberfläche zu geben, und zwar ist die Schattirung um so dunkler, je größer die Regenmenge des entsprechenden Ortes ist.

Bei niedriger Temperatur geht der Regen in Schnee über. Wenn bei ruhiger Luft spärliche Schneeflocken fallen, so zeigen dieselben überraschend regelmäßige Krystallformen. Fig. 9—12 auf Taf. 14 zeigen einige der häufigsten Formen der Schneekrystalle, aus welchen man ersieht, daß sie sich im wesentlichen auf den sechsseitigen Stern zurückführen lassen, wonach also die Schneekryställchen dem hexagonalen Krystallsystem (dem System des Bergkrystalls) angehören.

Die Graupelkörner sind gewissermaßen kleine Schneebällchen, sie bestehen aus zusammengeballten Eisnädelchen.

Die Hagelkörner sind meist weit größer als die Graupelkörner. Sie bestehen aus durchsichtigem strahlig gebildetem Eise, in dessen Mitte sich ein undurchsichtiges Graupelkorn befindet. Die Bildung der Hagelkörner ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß Graupelkörner durch eine sehr hohe und dicke

durchfallen, deren Bläschendampf, ohne seinen flüssigen Zustand zu verlieren, weit unter 0° erkaltet ist. Wird nun die Erstarrung durch die Graupelkörner eingeleitet, so erfolgt sie so massenhaft, daß sich die Graupelkörner mit einer dicken Eisschicht überziehen.

Die atmosphärischen Lichterscheinungen.

So durchsichtig die Luft auch im Vergleich zu allen festen und flüssigen Stoffen sein mag, so ist sie doch keineswegs vollkommen durchsichtig, was schon daraus hervorgeht, daß alle fernern Gegenstände, namentlich aber entfernte Gebirge mit einem zarten blauen Schleier überzogen scheinen (Luftperspective). Um die Größe der Lichtabsorption in der Atmosphäre zu messen, hat Saussure eine Vorrichtung construirt, welche er Diaphanometer nannte. Es besteht aus zwei weißen Scheiben a und b Fig. 14, Taf. 16, deren größere einen Fuß im Durchmesser hat, während der Durchmesser der kleinern zwölfmal kleiner ist. In der Mitte der letztern ist ein schwarzer Kreis von 2 Fuß Durchmesser, auf der letztern ist ein schwarzer Kreis von zwölfmal kleinerm Durchmesser aufgesetzt. Beide Scheiben werden nicht nebeneinander aufgestellt. Man wird sich nun auf eine Strecke e entfernen müssen, damit der kleine schwarze Kreis auf der Scheibe b aufhört sichtbar zu sein; damit aber der größere schwarze Kreis auf der Scheibe verschwindet, muß man sich um eine weit größere Strecke E entfernen. Wäre die Luft vollkommen durchsichtig, so müßte offenbar $E = 12\,e$ sein. In der That aber findet man, daß $E < 12\,e$, und zwar um so kleiner als die Luft weniger durchsichtig ist. Bei einem in der Nähe von Zürich angestellten Versuch fand man $E = 10{,}3\,e$. In der Nähe des Monte-Rosa, bei einer Höhe von 12000 Fuß über dem Meere, fand man $E = 11{,}9\,e$. In der Höhe ist also die Luft weit durchsichtiger als in der Tiefe. Uebrigens ändert sich die Durchsichtigkeit der Luft an einem und demselben Orte von einem Tag zum andern, wie schon aus dem veränderten Ansehen der Landschaft hervorgeht.

Die unvollkommene Durchsichtigkeit der Luft hat darin ihren Grund, daß die Lufttheilchen selbst, sowie die in der Luft schwebenden Nebelbläschen, Staubtheilchen u. s. w. das sie treffende Licht zum Theil reflectiren. Von dieser Reflexion rührt aber auch die allgemeine Tageshelle her, vermöge deren bei Tage auch noch im Schatten eine bedeutende Helligkeit herrscht. Bei unbewölktem Himmel erscheint uns der Himmel hellblau, weil alle Theilchen der Luft Licht und zwar vorzugsweise blaues Licht reflectiren. Wäre die Luft vollkommen durchsichtig, so könnte sie kein Licht reflectiren, im Schatten müßte absolute Dunkelheit herrschen und das Himmelsgewölbe könnte uns nicht blau, es müßte uns vollkommen schwarz erscheinen.

Damit hängt auch die Dämmerung zusammen. Nach dem Untergang der Sonne bleibt es noch eine Zeit lang ziemlich hell, weil wir noch reflectirtes Licht vom westlichen Himmel empfangen.

Ein Lichtstrahl erleidet sowol beim Uebergang aus einem luftleeren in einen lufterfüllten, als auch beim Uebergang aus einem Raum, der mit verdünnterer Luft gefüllt ist, in einen solchen, welcher verdichtetere Luft enthält, eine Ablenkung in der Art, daß er dem Einfallslothe genähert wird. Daraus folgt nun auch, daß das Licht der Sterne nicht in gerader Linie zu uns kommen kann, da es die gegen die Erdoberfläche hin immer dichter werdende Atmosphäre durchlaufen muß. Aus dem luftleeren Weltraum in die oberste äußerst verdünnte Luftschicht eindringend, wird der vom Stern s, Fig. 15, Taf. 16, kommende Lichtstrahl sf etwas von seiner Richtung abgelenkt, und zwar so, daß er den Verticalen etwas genähert wird. In jeder folgenden tiefern und deshalb dichtern Luftschicht wird er in diesem Sinne noch weiter abgelenkt, sodaß er den Weg sfedcba beschreibt. Ein in a befindliches Auge erblickt also den Stern in der Richtung abs', der Stern erscheint also durch die atmosphärische Refraction gehoben. Die scheinbare Hebung des Sterns durch die atmosphärische Refraction ist natürlich um so größer, je größer die Zenithdistanz des Sterns ist, sie beträgt 48,9″ für eine Zenithdistanz von 40°, und 5′ 19″ für eine Zenithdistanz von 80° u. s. w.

Es kommt häufig vor, daß die Temperatur der untern Luftschichten vom Boden aus nach oben bis zu einer gewissen Höhe hin wächst und daß dann erst bei fortwährendem Steigen ein Sinken der Temperatur eintritt. In solchen Fällen muß natürlich die Dichtigkeit der Luft vom Boden aus nach oben sehr rasch abnehmen, wodurch dann eine merkliche Refraction schon in den untern Luftschichten bedingt ist. Es sei z. B. a Fig. 16, Taf. 16, ein Ort, welcher sich in geringer Höhe über einer Ebene oder über dem Spiegel eines größern Gewässers befindet, t ein etwas tiefer liegender Ort, so wird, wenn die Dichtigkeit der Luft von der Ebene aus nach oben sehr rasch abnimmt, ein Lichtstrahl von t aus nicht in gerader Linie nach a gelangen können, sondern die von t nach a gelangenden Strahlen müssen den Weg der in der Figur verzeichneten krummen Linie tca zurücklegen, von a aus wird man also den Thurm t nach der Richtung at′ hin sehen, er scheint uns also höher zu liegen, als es in der That der Fall ist.

Solche durch ungewöhnliche atmosphärische Refraction veranlaßte Hebungen werden mit dem Namen der Kimmung bezeichnet. Wenn man von Ramsgate aus mit dem Fernrohre nach Dover hinschaut, so erblickt man bei schönem Wetter die Spitzen der vier höchsten Thürme des Schlosses; der Rest des Gebäudes ist hinter einem Bergrücken verborgen. Manchmal aber wird durch die Kimmung das ganze Schloß bis zum Boden sichtbar. Von Konstanz aus sieht man öfters mit einem kleinen Handfernrohr Schiffe, welche so weit entfernt sind, daß sie unter gewöhnlichen Umständen in oder noch hinter dem normalen Wasserhorizonte erscheinen würden, durch Kimmung so gehoben, wie es Fig. 17, Taf. 16, darstellt, sodaß nicht allein das ganze Schiff, sondern auch noch sein Spiegelbild im Wasser sichtbar wird.

In diese Kategorie gehört auch die Erscheinung der Fata-Morgana, welche man oft an den Küsten Calabriens und Siciliens wahrnimmt. Die durch Kimmung gehobenen Gegenstände erscheinen oft nicht allein verzerrt, sondern auch in steter Bewegung, was ohne Zweifel daher rührt, daß die Dichtigkeit der Luftschichten unregelmäßig vertheilt und einem steten Wechsel unterworfen ist.

Während die Kimmung dadurch hervorgebracht wird, daß die Dichtigkeit der Luft von unten nach oben außergewöhnlich rasch abnimmt, beruht die unter dem Namen der Luftspiegelung bekannte Erscheinung darauf, daß die auf dem Boden unmittelbar aufliegenden Luftschichten bedeutend heißer und weniger dicht sind als die höhern. Bei starker Sonnenhitze und ruhiger Luft ist es nämlich möglich, daß die untern vom heißen Boden erhitzten Luftschichten trotz ihres geringern specifischen Gewichts nicht in die Höhe steigen, sondern ruhig auf dem Boden ausge-

breitet bleiben. Es sei nun ab Fig. 18, Taf. 16, der horizontale Boden, h irgendein erhabener Punkt, so ist klar, daß das Auge bei p zunächst ein directes Bild von h in der Richtung ph sieht. Unter den Strahlen, welche h aussendet, sind aber auch solche, welche, den Weg hilmnp verfolgend und also in der Richtung zp ins Auge gelangend, ein verkehrtes Bild des Gegenstandes geben. In der That wird der Strahl hi, wenn er auf eine tiefere, weniger dichte Luftschicht trifft, so gebrochen, daß er sich von dem verticalen Einfallslothe entfernt; ebenso wird er sich wieder vom Einfallslothe entfernen, wenn er auf die nächsttiefere, abermals weniger dichte Luftschicht trifft u. s. w. So wird denn die Richtung der Strahlen immer schräger, bis sie endlich fast horizontal in die nächst tiefere und dünnere Schicht nicht mehr eintreten können, sondern eine totale Reflexion erfahren, um endlich in der Richtung np ins Auge zu gelangen.

Die Erscheinung der Luftspiegelung wird in Aegypten und Abessinien häufig beobachtet, wenn der ebene Boden der weiten Thäler durch die glühenden Sonnenstrahlen erhitzt ist. Da der Beobachter außer dem directen auch noch ein Spiegelbild aller erhöhten Gegenstände, der Dörfer, Bäume u. s. w. sieht, so hat er den Eindruck, als ob hier ein See vorhanden wäre. Für die Soldaten der französischen Expedition nach Aegypten war dies eine furchtbare Täuschung, wenn sie durch forcirte Märsche und die Sonnenhitze ermüdet, einen See zu sehen glaubten, dessen Ufer bei ihrer Annäherung immer wieder zurückwichen.

Eine der bekanntesten atmosphärischen Lichterscheinungen ist der Regenbogen, welcher bekanntlich beobachtet wird, wenn man eine regnende Wolke vor sich und die Sonne hinter sich hat. Bei vollem Sonnenschein und hinlänglich starkem Regen sieht man zwei concentrische Regenbogen, einen lichtstärkern innern und einen lichtschwächern äußern. Der Regenbogen ist ein kreisförmiges Farbenband, in welchem die prismatischen Farben in radialer Richtung aufeinanderfolgen, und zwar liegt beim innern Regenbogen das Roth nach außen, beim äußern dagegen liegt das Roth nach innen.

Für den innern Regenbogen beträgt der Radius des rothen Ringes 42° 30′, der des violetten aber nur 40° 30′, die Breite des innern Regenbogens ist demnach ungefähr 2 Grad. Für den äußern Regenbogen beträgt der Radius des rothen Ringes 50°, der des violetten 53½°, die Breite des äußern Regenbogens ist demnach ungefähr 3½°. Der Zwischenraum zwischen den beiden Regenbogen beträgt ungefähr 7½°.

Der innere Regenbogen wird durch Sonnenstrahlen gebildet, welche den Tropfen nach einmaliger innerer Spiegelung verlassen, wie man Taf. 15, Fig. 10 sieht, während der äußere Regenbogen seine Entstehung solchen Strahlen verdankt, welche, wie dieselbe Figur zeigt, den Tropfen nach zweimaliger innerer Spiegelung verlassen.

Die Gesammtheit der Sonnenstrahlen, welche als ein paralleles Bündel auf einen Regentropfen fällt, wird nach einmaliger innerer Spiegelung den Tropfen als ein divergirendes Strahlenbündel verlassen, weshalb schon in geringer Entfernung vom Tropfen der Lichteindruck der vom Tropfen kommenden Strahlen ein verschwindend kleiner sein wird. Nur solche Strahlen können einen merklichen Eindruck hervorbringen, für welche die Divergenz ein Minimum ist, welche also nahezu parallel austreten, und das sind diejenigen Strahlen, welche unter allen austretenden mit den einfallenden Strahlen den kleinsten Winkel machen. Dieses Minimum der Ablenkung SVO, Fig. 10, beträgt für rothe Strahlen 42° 30′. Da nun aber von OP mit SV parallel ist VOP = SVO, so muß uns der rothe Ring des innern Regenbogens unter einem Winkel von 42° 30′ erscheinen. Eine ähnliche Betrachtung zeigt auch, warum uns der rothe Ring des äußern Regenbogens unter einem Winkel von 50° erscheint u. s. w.

Wenn der sonst heitere Himmel mit einem leichten Schleier überzogen ist, so sieht man manchmal die Sonne, häufiger aber den Mond mit einem kreisförmigen Ringe von ungefähr 23° Radius umgeben, ungefähr wie es Fig. 19, Taf. 16, darstellt. Der Ring um den Mond erscheint ganz weiß, der um die Sonne schwach gefärbt, und zwar das Roth nach innen. Dieser Ring wird durch die Brechung der Sonnenstrahlen in Eisnädelchen erklärt, welche in der Luft schweben. Diese Eisnädelchen sind kleine sechsseitige Säulchen, an welchen immer je zwei nicht parallele und nicht zusammenstoßende Seitenflächen einen Winkel von 60° miteinander machen, die also gewissermaßen dreiseitige gleichseitige Prismen bilden, für welche das Minimum der Ablenkung ungefähr 23° beträgt. Solche Strahlen aber, welche in den Eisnadeln das Minimum der Ablenkung erfahren haben, sind den wirksamen Strahlen des Regenbogens analog.

Oft erscheint der erwähnte Lichtring von einem horizontalen lichten Streifen durchschnitten, welcher in gleicher Höhe mit der Sonne sich öfters bis zu dieser hin erstreckt. Dieser Streifen ist da am hellsten, wo er den Ring durchschneidet. Diese hellen Stellen, welche man zu beiden Seiten der Sonne, am Umfang des Ringes erblickt, sind die Nebensonnen. Die horizontalen Nebensonnenstreifen erklärt man durch die Reflexion der Sonnenstrahlen an den verticalen Flächen der Eisnadeln. Bisweilen erscheint im Gipfel des lichten Ringes noch ein heller Berührungsbogen, wie dies gleichfalls in Fig. 19 dargestellt ist.

Außer dem eben besprochenen Ringe von 23° Halbmesser erscheint die Sonne manchmal auch, wenn auch weit seltener, von einem Lichtringe umgeben, dessen Halbmesser 46° beträgt und welcher durch Lichtstrahlen erklärt wird, die in einem Eisprisma das Minimum der Ablenkung erfahren haben, dessen brechender Winkel 90° beträgt, also durch Eisprismen, deren eine brechende Fläche die gerade Endfläche, deren andere aber eine Säulenfläche ist.

Ganz andern Ursprungs als diese Lichtringe sind die Höfe, welche aus mehrern farbigen Ringen bestehen, welche unmittelbar um die Sonne oder den Mond wie eine Glorie herumliegen. Sie sind gleich dem Hofe, welchen man erblickt, wenn man durch eine mit semen lycopodii dünn bestreute Glasplatte nach einer Kerzenflamme schaut, ein Beugungsphänomen. Am prachtvollsten erscheinen die Farben dieser Ringe, wenn sie nicht den Mond oder die Sonne selbst, sondern wenn sie den Schatten umgeben, welchen der Kopf des Beobachters, der die Sonne im Rücken hat, auf eine vor ihm befindliche Nebelwand wirft, wie man dies in gebirgigen Gegenden öfters zu beobachten Gelegenheit hat. Taf. 16, Fig. 20 ist diese Erscheinung dargestellt. Der oft riesenhaft erscheinende Schatten des Beobachters wird als Nebelbild, öfters auch als Brockengespenst bezeichnet. Jeder Beobachter kann nur seinen eigenen mit der Glorie umgebenen Schatten, nicht den anderer sehen. Daß uns dieser Schatten, welcher nicht größer sein kann als der Beobachter selbst, riesenhaft erscheint, ist nur eine optische Täuschung.

Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre.

Der erste elektrische Funke, welcher beobachtet wurde, ward auch alsbald mit dem Blitz verglichen und begründete die Ansicht, daß der Blitz ein elektrisches Phänomen sei; diese Ansicht ward noch bestärkt, als man mit Hülfe der Leydener Flasche kräftige Funken erzeugen konnte.

Nachdem Franklin die elektrische Wirkung der Spitzen kennen gelernt hatte, sprach er sich dahin aus, daß man versuchen müsse, mit Hülfe metallischer Spitzen die Elektricität der Gewitterwolken gleichsam herabzuziehen. Diese Idee wurde, ehe Franklin selbst derartige Versuche anstellte, von Dalibard in der Nähe von Paris ausgeführt (1752). Er ließ eine Hütte bauen, auf welcher eine 40 Fuß hohe Eisenstange aufgesetzt wurde, deren unteres isolirtes Ende in die Hütte hineinragte. Als eine Gewitterwolke über der Hütte hinzog, ließen sich aus dem isolirten Ende Funken ziehen und eine elektrische Batterie laden.

Den gleichen Erfolg erhielt Franklin mittels eines mit einer metallenen Spitze versehenen Drachens, nachdem die Schnur durch Regen feucht und dadurch leitend gemacht worden war. De Romas erzielte am untern Ende der Drachenschnur 10 Fuß lange Funken, nachdem er auf den glücklichen Gedanken gekommen war, einen feinen Metalldraht ihrer ganzen Länge nach in die Schnur einzulegen.

Mit Hülfe eines Sammelapparates von der Art, wie ihn Dalibard construirt hatte, kann man nun nachweisen, daß die Gewitterwolken bald mit positiver, bald mit negativer Elektricität geladen sind. Eine elektrische Wolke wirkt aber vertheilend nicht nur auf benachbarte Wolken, sondern auch auf die Erdoberfläche, und häuft namentlich in allen in die Höhe ragenden Gegenständen die ihr entgegengesetzte Elektricität an. Hat diese Anhäufung eine gewisse Grenze erreicht, so erfolgt eine Entladung in Form eines Blitzes, welcher entweder von der Wolke zu einem Gegenstand auf der Erdoberfläche, oder von einer Wolke zu einer benachbarten überschlägt.

Um das Einschlagen des Blitzes zu verhindern, construirte Franklin den Blitzableiter. Das zu schützende Gebäude wird mit einer dasselbe überragenden metallenen Spitze versehen, von welcher aus eine meist eiserne Leitung bis in den feuchten Boden hinabgeht. Mit dieser Leitung müssen alle bedeutenden Metallmassen des Gebäudes, namentlich auch die Wasserrinnen, in leitende Verbindung gesetzt werden. Wenn eine elektrische Wolke über dem Blitzableiter schwebt, so wird die gleichnamige abgestoßene Elektricität durch die metallische Leitung in den Boden entweichen, während die von der Wolke angezogene, ihr entgegengesetzte Elektricität der Spitze zuwandert, um hier beständig auszuströmen, wodurch eine Anhäufung der Elektricität im Hause, und also auch ein Ueberschlagen des Blitzes verhindert wird. Sollte aber dennoch ein Einschlagen des Blitzes eintreten, so folgt er der Leitung bis in den Boden, ohne daß das Gebäude beschädigt wird.

Damit der Blitzableiter seinen Zweck gehörig erfülle, muß die Auffangstange oben gehörig zugespitzt sein, vor allen Dingen aber darf die Leitung von der Spitze bis in den Boden nirgends unterbrochen sein, denn an einer solchen Unterbrechungsstelle könnten elektrische Schläge erfolgen, selbst wenn kein Blitz von oben die Auffangstange trifft. Ein Blitzableiter mit unterbrochener Leitung ist für ein Haus gefährlicher als der gänzliche Mangel eines Blitzableiters.

Taf. 16, Fig. 26 ist die Spitze eines Blitzableiters dargestellt, wie dieselben in Frankreich ausgeführt werden. Auf eine eiserne Stange ist zunächst ein messingener Konus aufgesetzt, in dessen oberm Ende eine Platinspitze eingeschraubt ist. In Deutschland wird die eiserne Spitze des Blitzableiters vergoldet, um das Rosten derselben zu verhüten.

Der Blitzschlag bringt in großem Maßstabe dieselben Wirkungen hervor, welche man beim Entladungsschlag der Leydener Flasche im kleinen beobachtet. Er schmelzt Metalle, zerreißt schlechtleitende Körper, entzündet brennbare und tödtet die getroffenen Thiere. Dem Knall, welcher den Entladungsschlag der Leydener Flasche begleitet, entspricht der Donner, dessen Rollen nur daher rührt, daß bei der meist bedeutenden Länge des Blitzes die einzelnen Partien desselben in verschiedener Entfernung vom Beobachter liegen, der Schall also ungleiche Zeit braucht, um sein Ohr zu erreichen.

Zu den interessantesten Wirkungen des Blitzschlags gehören die Blitzröhren, welche bei einem äußern Durchmesser von 2—5 Centimeter oft eine Länge von 8—10 Meter haben. Ihre innere Fläche ist vollkommen verglast, die äußere bildet eine mit zusammengebackenen Sandkörnern bedeckte Kruste. Sie entstehen, wenn der Blitz durch eine Sandschicht hindurchschlägt, unter welcher sich in einiger Tiefe unter der Oberfläche eine stagnirende Wasserschicht befindet. Taf. 16, Fig. 27 stellt ein Stück einer solchen Blitzröhre in natürlicher Größe dar.

Elektrische Ladungen zeigen sich aber nicht nur, wenn Gewitterwolken am Himmel sind, sondern selbst, wenn auch schwach, bei heiterm Himmel. Um diese Luftelektricität nachzuweisen, wandte Volta das Taf. 16, Fig. 28 erläuterte Verfahren an. In der einen Hand hielt er einen isolirenden Stab, welcher oben mit einer Metallspitze versehen war, von welcher ein dünner Metalldraht zu der innern Belegung einer kleinen Leydener Flasche herabführt, deren äußere Belegung der Beobachter in der andern Hand hält. Wird der isolirende Stab nur kurze Zeit in die Höhe gehalten, wie die Figur zeigt, so nimmt die Flasche eine elektrische Ladung an, welche man leicht mittels eines Elektrometers prüfen kann. Mittels des eben beschriebenen Apparates hat man nachgewiesen, daß bei heiterm unbewölkten Himmel die Luftelektricität stets positiv ist. Sehr stark wird die Luftelektricität bei Nebeln.

Die magnetischen Erscheinungen der Erdoberfläche sind zum größten Theil schon im Text zur physikalischen Abtheilung des „Bilder-Atlas" besprochen worden, weil die Lehre vom Magnetismus ohne Berücksichtigung des Erdmagnetismus gar nicht entwickelt werden kann. Es bleibt deshalb hier nur noch die Besprechung des mit dem Erdmagnetismus in innigster Beziehung stehenden Nordlichts übrig.

Taf. 15, Fig. 12 stellt ein Nordlicht dar, wie es bei uns gewöhnlich beobachtet wird, wenn es seine volle Ausbildung erreicht. Es erscheint dann als ein lichter, verwaschener Bogen, aus welchem grünlich oder röthlich leuchtende Strahlen in die Höhe schießen, welche meist mit einer von West nach Ost gerichteten Bewegung behaftet sind. Der Gipfel des Lichtbogens steht immer nahezu in der Richtung des magnetischen Meridians.

In höhern Breiten steigen die Nordlichter schon hoch über den Horizont herauf, ja sie erreichen das Zenith und gehen selbst über dasselbe hinaus und

bilden dann die sogenannte Krone. Im hohen Norden erscheint das Nordlicht oft als ein langes Strahlenband (Fig. 11,), welches sich windet und biegt, wie eine vom Winde bewegte Fahne. — Aehnliche Erscheinungen sind von den Seefahrern in den Polargegenden der südlichen Hemisphären beobachtet worden; man kann sie Südlichter nennen und das Phänomen der beiden Hemisphären unter dem Namen des Polarlichts zusammenfassen.

Der Umstand, daß die Polarlichter stets in der Richtung des magnetischen Meridians gesehen werden und daß ihr Erscheinen von einem starken Schwanken der Declinationsnadel begleitet ist, beweist, daß sie mit dem Erdmagnetismus in Beziehung stehen, weshalb sie Humboldt als magnetische Gewitter bezeichnet hat.

Die Polarlichter rühren offenbar von einer in der Nähe der magnetischen Pole durch die höhern verdünnten Luftregionen hindurch stattfindenden elektrischen Ausströmung her.

Anatomie.

Bearbeitet

von

Bernhard Hermann Obst,
Doctor der Medicin.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Geschichtliche Skizze der Entwickelung der Anatomie	6
Bestandtheile des menschlichen Körpers	7
Die Zelle	7
Gewebe	8
1. Bindegewebsarten	9
2. Horngewebe	11
3. Knochensystem	12
4. Muskelsystem	15
5. Gefäßsystem	17
6. Nervensystem	19
7. Hautsystem	19
8. Drüsensystem	19
Specielle Anatomie.	
Knochenlehre (Tafel 1 bis 4)	20
Bänder (Tafel 5)	51
Topographische Anatomie.	
Kopf und Hals (Tafel 6)	64
Rumpf (Tafel 7)	81
Thorax (Tafel 8 und 9)	85
Unterleib (Tafel 10 bis 12)	96
Obere Extremitäten (Tafel 13)	110
Untere Extremitäten (Tafel 14 und 15)	120

Einleitung.

Anatomie (Anatomia) im weitesten Sinne des Wortes ist diejenige Wissenschaft, welche uns mit Hülfe des Zerschneidens und anderer technischer Mittel die einzelnen Theile eines Organismus kennen lehrt. Der Name ist von dem griechischen Worte ἀνατέμνειν gebildet, welches zerschneiden bedeutet.

Je nach der Art des Organismus, ob Pflanze oder Thier, zerfällt die Anatomie in eine Pflanzen- und Thieranatomie (Phyto- und Zootomia). Von letzterer ist wiederum die Anatomie des Menschen (Anthropotomia) ein besonderer Theil, und versteht man unter dem Namen „Anatomie" schlechthin nur diese.

Während der Wortlaut nur eins der vielen Mittel ausdrückt, deren sich diese Wissenschaft zu Erreichung ihrer Zwecke bedient, betrachtet die Anatomie die Form und den Bau des menschlichen Körpers und seiner einzelnen Theile nicht nur in deren plastischer Erscheinung, sondern, indem sie auch deren Functionen ins Auge faßt, forscht sie zugleich nach den Zwecken, und sucht die Beziehungen der einzelnen Organe zueinander und zum Ganzen zu ergründen, ebenso wie sie das Entstehen und Werden des Organismus mit Aufmerksamkeit verfolgt. Somit hat die Anatomie es nicht nur mit der todten Materie, sondern auch mit dem lebendig bewegten Körper, nicht nur mit räumlichen, sondern auch mit zeitlichen Verhältnissen zu thun, und ist dadurch eine Verbündete der Physiologie und der Entwickelungsgeschichte.

Außer der groben Zergliederung des Körpers durch Messer und Schere verfolgt die Anatomie noch andere feinere Wege, wobei ihr eine große Menge technischer Mittel zu Gebote stehen, sodaß selbst die dem bloßen Auge nicht mehr wahrnehmbaren Theile zur Anschauung gelangen, ja schließlich macht sie sich selbst die Chemie dienstbar und forscht nicht nur nach den Form-, sondern auch nach den Mischungselementen. Danach kann man also, in Ansehung der Mittel, deren sie sich bedient, die Anatomie in die Zergliederungskunst schlechtweg, welche es mit den größern, auch dem freien Auge sichtbaren Theilen zu thun hat, in die mikroskopische Anatomie, welche die dem unbewaffneten Auge nicht mehr wahrnehmbaren Formbestandtheile des Körpers berücksichtigt, und die Anthropochemie, oder bei allgemeinerer Auffassung, in die Zoochemie, welche die Mischungselemente des thierischen Organismus und deren Verbindungen zu erforschen hat, eintheilen.

Wenn wir den Zustand, in dem sich der Körper befindet, ins Auge fassen, und sehen ob er gesund oder krank ist, so werden je nachdem auch die Organe und ihre Elemente, wenn auch nicht immer sichtbar, Modificationen an sich tragen, denen nachzuforschen gleichfalls Aufgabe der Anatomie ist. Hat die Anatomie es mit dem Körper im gesunden Zustande zu thun, so heißt sie normale oder wol auch physiologische Anatomie. Betrachtet sie jedoch die durch Krankheiten hervorgebrachten Veränderungen, so wird sie pathologische Anatomie genannt und steht als solche in demselben Verhältnisse zur Pathologie, der Krankheitslehre, wie die normale Anatomie zur Physiologie. Wie „Anatomie" schlechthin nur die Anatomie des Menschen bedeutet, so versteht man unter ihr ohne jeden weitern Zusatz auch nur die normale Anatomie des Menschen.

Je nach der Art und Weise nun, wie sich die normale Anatomie mit dem menschlichen Körper beschäftigt, unterscheidet man verschiedene Arten derselben. Geht sie darauf aus, die durch das Auge unmittelbar wahrnehmbaren Eigenschaften des Körpers und seiner Theile zu erforschen, die Form und Lage derselben und deren Verhältnisse zueinander festzustellen, und behandelt sie dabei die Organe in ihrer Zusammengehörigkeit nach Bildung und Function, indem sie Gleichartiges zu einem System vereinigt, während sie ungleichartige Apparate, sobald sie einem gemeinschaftlichen Zwecke dienen, als Ganzes zusammenfaßt, so nennt man sie beschreibende, specielle oder systematische Anatomie (Anatomia descriptiva, specialis oder systematica), alles Namen, welche den Gehalt dieses Zweigs nicht vollständig auszudrücken vermögen.

Die specielle Anatomie nun, welche Bezeichnung wir als die passendste festhalten wollen, zerfällt wieder in besondere Unterabtheilungen, je nach den Systemen und Apparaten, welche sie zur Darstellung bringt, sodaß wir für erstere eine Knochen-, Bänder-, Muskel-, Gefäß- und Nervenlehre haben, während die letztern unter den Eingeweiden und Sinneswerkzeugen abgehandelt werden.

Geht die Anatomie dagegen generalisirend zu Werke, indem sie die einzelnen Systeme und Apparate unter allgemeine Gesichtspunkte stellt, wobei sie namentlich den feinern Bau der Organe ins Auge faßt, die Formelemente aufsucht und sieht, wie dieselben zu Geweben sich vereinen und diese wiederum zu Systemen und Apparaten zusammensetzen, so heißt sie allgemeine Anatomie oder Gewebelehre, Histologie, vom Griechischen ἱστός oder auch ἱστίον, Gewebe. Da dieser Theil der Anatomie vorzugsweise mit dem Mikroskop arbeitet, wird er auch, freilich wenig bezeichnend für sein Wesen, mikroskopische Anatomie genannt. Als Gegensatz zur speciellen ist wol der passendste Ausdruck: „allgemeine Anatomie", und nur aus praktischen Gründen, wegen der Kürze, kann man dem Worte Histologie den Vorzug geben und dasselbe allgemein anwenden.

Faßt die specielle Anatomie die einzelnen Theile des menschlichen Körpers nicht nach deren Gleichartigkeit oder nach dem Endzwecke der Functionen als zu einem Systeme gehörig zusammen, sondern behandelt sie das räumliche Nebeneinandersein derselben, wie sie die plastische Form des Menschen zusammensetzen, so wird sie topographische Anatomie genannt, ein Zweig, der besonders praktischen Werth hat und namentlich für den Arzt von Bedeutung ist, da er durch sie in erster Linie die Anhaltepunkte erhält, inwieweit ein kranker Körper von der Norm abweicht. Da hier vorzugsweise der Chirurg in Betracht kommt, so wird sie auch chirurgische Anatomie genannt, welcher Aus-

druck jedoch mit Rücksicht darauf, daß auch der Arzt für innere Krankheit ihrer keineswegs entbehren kann, besser in angewandte Anatomie umzuwandeln wäre.

Da nun die äußere Erscheinung des Körpers das Resultat der Gruppirung aller Theile, sowol der innern wie der äußern ist, so leuchtet ein, daß eine genaue Kenntniß der äußern Gestalt des Menschenleibes auch zur Beurtheilung innerer Verhältnisse von hoher Bedeutung ist.

Betrachtet die Anatomie die Formen des Körpers von ihrer ästhetischen Seite, sucht sie dabei nach den die Schönheit der Gestalt bedingenden Ursachen, und gibt sie dadurch dem schaffenden Künstler Anhaltepunkte zur lebenswahren Darstellung des menschlichen Leibes, so wird sie plastische Anatomie genannt.

Hat die Anatomie, wie wir sie bisher ins Auge gefaßt, den Menschen als Repräsentanten der ganzen Gattung, „insofern der gemeinsame Charakter aller ihm gleichartigen Individuen an ihm sich darstellt", betrachtet, so kann sie ihn nun auch in seiner Individualisirung zu den einzelnen Völkerstämmen und deren Zweigen untersuchen, wodurch wir die Rassenanatomie erhalten. Weiter gehend in der Individualisirung kann sie dann ferner auch die einzelne Person sowie die Altersstufen des Menschen betrachten, doch sind diese Ableger zu beschränkt, um Stoff zu einer selbständigen Disciplin zu geben, und werden dieselben deshalb am zweckmäßigsten an geeigneter Stelle in die specielle Anatomie eingefügt.

Gehen wir noch einen Schritt weiter, lassen wir die Anatomie nicht nur den Menschen gleichsam monographisch behandeln, sondern denselben auch im Zusammenhange mit der übrigen organischen Schöpfung, speciell mit dem Thierreiche, betrachten; sehen wir, wie er sich von den übrigen Organismen unterscheidet und was alle miteinander verbindet, um dadurch gleichsam der der Schöpfung zu Grunde liegenden Idee nachzuspüren, so haben wir die vergleichende Anatomie, eine Wissenschaft, die zwar keine praktischen Zwecke verfolgt, aber dafür an sich einen höhern Werth durch die Beförderung der wissenschaftlichen Erkenntniß erhält.

Die Entwickelungsgeschichte oder Evolutionslehre, um diese noch schließlich zu erwähnen, betrachtet, wie wir schon oben angedeutet haben, den Körper nicht wie er ist, sondern wie er geworden, sie forscht nach Ursprung und Entstehung und verfolgt das allmähliche Werden vom ersten Keime bis zur höchsten Vollendung. Das Verständniß des Ganzen und die morphologische Bedeutung der einzelnen Theile wird erst durch sie vollkommen klar, indem sie uns zeigt, wie die Wandlungen vor sich gehen und wie oft das anscheinend Verschiedene eine gleiche Abstammung hat, sodaß wir erst durch sie den morphischen Werth eines Organes richtig beurtheilen lernen.

Geschichtliche Skizze der Entwickelung der Anatomie.

Erste Periode.

Eine heilige Scheu hat von jeher den Menschen, sobald er eine gewisse Stufe der Civilisation erreicht, abgehalten, sich an den irdischen Ueberresten seinesgleichen zu vergreifen, und wenn der Kannibalismus, einst weit verbreitet, aber auch jetzt noch hier und da in Blüte stehend, von diesem Zuge der menschlichen Natur keine Ahnung zu haben scheint, so ist [illegible] dem Umstande zuzuschreiben, daß dieser [illegible] stärkere Gewalt, den Hunger, unterdrückt [illegible] als daß er selbst bei den rohesten Naturvölk[illegible] wenigstens im Keime vorhanden wäre, wenn [illegible] Thier keine Spur davon verräth.

Wie viele Wissenschaften, so verliert sich [illegible] Anatomie in das Gebiet der Sage. So soll [illegible] köpfige Gott Thoth bei den Aegyptern, den [illegible] findung fast aller Wissenschaften zugeschrieben [illegible] sechs Bücher über die Heilkunde verfaßt haben [illegible] die Anatomie, die Lehre von den Krankheit[illegible] Anwendung der Arzneimittel und auch die Au[illegible] heiten behandelt haben sollen. So werden au[illegible] und später Serapis als heilkundige Götter [illegible]

Die anatomischen Thatsachen, welche durch [illegible] balsamiren der Leichen sich ergaben, und wel[illegible] zufällig entdeckt wurden, kann man unmö[illegible] wissenschaftlich hinstellen, da ihnen der inn[illegible] sammenhang und eine planmäßige Entwick[illegible] ging. „Erst als die Heilwissenschaft", sag[illegible] „sich mit der Anatomie verbunden und da[illegible] Bedürfniß ihre nähere Bekanntschaft nachsuch[illegible] nahm sie den Charakter einer Wissenschaft a[illegible] Entwickelungsgang war, wie jener der Naturw[illegible] überhaupt, ein langsamer und öfters unterb[illegible] Die Schwierigkeiten, die sich ihrem Gedeihen [illegible] stellten, schienen unüberwindlich zu sein und [illegible] weniger im natürlichen Abscheu vor dem Ge[illegible] Wissenschaft — der Leiche, als in der G[illegible] Aberglaubens und des Vorurtheils. Selbst [illegible] giösen Vorstellungen des Alterthums spra[illegible] Verdammungsurtheil über sie aus."

Daß unter diesen Verhältnissen die Anat[illegible] geringe Fortschritte machte, leuchtet ein, [illegible] man auch die Schwierigkeiten, welche das [illegible] derselben erfordert, mit in Betracht zieht. [illegible] aus dem Alterthum besitzen, hat nicht viel [illegible] historischen Werth, der ewig gültigen Wahrh[illegible] in demselben nur wenige ans Licht gefördert [illegible]

Als der erste, der ein anatomisches Werk [illegible] haben soll, wird von Galen Alkmäon, [illegible] des Pythagoras, aus Kroton gebürtig und [illegible] v. Chr. Geburt lebend, genannt, der [illegible] deutendsten Gelehrten seines Fachs in der ro[illegible] tischen Periode gerechnet wird. Den Kern [illegible] bildet die Annahme, daß das Gehirn der [illegible] den Körper beherrschenden Seele sei, und [illegible] demselben die Sinneswerkzeuge in Verbindung [illegible] welche die von außen aufgenommenen Eindrü[illegible] besondere Gänge zu dem erstern leiteten.

Auch Anaxagoras aus Klazomenä, Ex[illegible]kles von Agrigent und Demokritos der [illegible] Abderite sollen sich mit der Zergliederung [illegible] schäftigt haben, ohne daß etwas Näheres [illegible] mitgetheilt wird; nur von Demokritos heißt [illegible] er sich vorzüglich mit der vergleichenden [illegible] beschäftigt habe, weshalb er auch von [illegible] bürgern für irrsinnig gehalten worden sei.

Wie bedeutend auch Hippokrates, [illegible] v. Chr., als „Vater der Medicin" [illegible] obgleich ihm verschiedene anatomische Schr[illegible] „Ueber die Natur der Knochen", „Ueber Drüs[illegible] zugeschrieben wurden, die sich jedoch als [illegible] Autoren herrührend erwiesen haben, so läßt [illegible] nicht mit Bestimmtheit festsetzen, inwieweit [illegible] der Anatomie befaßt hat. Nur mit der [illegible] scheint er näher bekannt gewesen zu sein, [illegible] auch von den Gefäßen einige, wenn auch [illegible] Kenntnisse gehabt hat.

Gleichwie auf den übrigen Gebieten des Wissens nimmt auch in der Anatomie Aristoteles (384 bis 322 v. Chr.) für seine Zeit die erste Stelle ein. Durch Zergliederung von Thieren hat er sich hauptsächlich die anatomischen Kenntnisse erworben, die auch in unserer Zeit von den Fachmännern als bewundernswerth anerkannt werden. Die einzelnen Organe, welche Aristoteles beschreibt, sind nur von Thieren genommen, wogegen er Anatomie am Menschen nicht getrieben zu haben scheint.

Nach Aristoteles ist das Herz das Centralorgan des Körpers, von welchem die pulsirenden Adern, welche das Blut den Organen zuführen, entspringen. Nach ihm verlieren sich alle Gefäße zuletzt in blinde Endigungen, sodaß er von einer Rückkehr des Blutes durch die Venen zum Herzen noch keine Idee hatte. Auch über das Athmen hat Aristoteles seine eigenen Gedanken, in welchen sich Wahres und Falsches innig vermischt. — Sehr mangelhaft sind seine Kenntnisse über das Nervensystem, von dem er nur Gehirn und Rückenmark kennt, während er von den eigentlichen Nerven keine Vorstellung hat.

Einmal wachgerufen, fand die Anatomie in der von Ptolemäus I. zu Alexandrien im Jahre 320 v. Chr. gestifteten medicinischen Schule eine bedeutende Förderung und gewaltigen Aufschwung, ja man kann sagen, daß auf diesem Gebiete die Leistungen der alexandrinischen Aerzte alles Frühere überragen. Der berühmteste derselben ist Herophilos aus Chalkedon, ein Schüler des Praxagoras und Chrysippos, der namentlich über Gehirn und Nerven wichtige Entdeckungen gemacht hat. Zwar verwechselt auch er die letztern noch mit den Sehnen, doch erkannte er sie schon als die Organe der Empfindung und Bewegung. Einige Arbeiten desselben gehören sogar zu dem Glänzendsten, was das Alterthum auf diesem Gebiete hervorgebracht hat, so die Untersuchungen über das Auge und die Festsetzung der anatomischen Unterschiede von Arterien und Venen. Er sowol wie sein jüngerer Zeitgenosse Erasistratos sollen selbst lebende Verbrecher, die ihnen überliefert worden waren, secirt haben.

Nach Herophilos ist der schon erwähnte Erasistratos von Julis auf Keos zu nennen, der den ausschließlichen Ursprung der Nerven im Gehirn nachwies und die Unterscheidung der Empfindungs- und Bewegungsnerven festsetzte.

Ein weiteres Licht am medicinischen Himmel nach jener trüben Zeit ist Claudius Galenus, 131 n. Chr. zu Pergamus geboren, er machte zu Alexandria seine anatomischen Studien, wohin er gereist war, um ein vollständiges menschliches Skelet zu sehen. Seine Schriften haben sich eines Ansehens zu erfreuen gehabt, wie kaum jemals die eines andern Arztes, was er vorzüglich seinen Leistungen auf dem Gebiete der Anatomie verdankt, auf welchem er bis zum 15. Jahrhundert als Orakel gegolten hat, obgleich es wol feststeht, daß er niemals menschliche Leichen zergliedert hat, denn alle seine Beschreibungen passen besser zur Anatomie der Affen und Hunde, als zu der des Menschen, wiewol er sie als von demselben entlehnt angibt.

Besonders auf dem Gebiete der Nervenlehre hat Galen Bedeutendes geleistet, weniger werthvoll ist dagegen die Beschreibung der zusammengesetzten Organe des Körpers, unter welchen das Herz noch am besten behandelt ist.

Alle auf Galen folgenden Anatomen sind blinde Nachtreter desselben, bis auf Luigi Mondini, welcher zu Ende des 13. und zu Anfang des 14. Jahrhunderts als Professor an der berühmten medicinischen Schule zu Bologna wirkte. Durch ihn ward die in den Galen'schen Lehren verknöcherte Anatomie wieder neu belebt, indem er als der Erste wieder menschliche Leichen bei seinen Studien zur Verfügung hatte.

Nach seinen eigenen, wenn auch noch ziemlich mangelhaften Untersuchungen fertigte Mondini ein anatomisches Lehrbuch, das bis zum Ende des 15. Jahrhunderts im größten Ansehen stand, obgleich es noch ein gutes Theil der Irrthümer Galen's fortpflanzte und in denselben nicht wenig befangen war.

Es folgen nunmehr eine Reihe von Anatomen, die von keiner größern Bedeutung als Mondini sind. Alle folgen noch den Fußstapfen Galen's, der bis zu Anfang des 16. Jahrhunderts seine Herrschaft behauptete. Nur Einer wußte sich von den hergebrachten Ansichten einigermaßen zu emancipiren und selbständigere Wege zu gehen, wennschon der Einfluß Galen's auch bei ihm nicht zu verkennen ist. Es war Jacobus Sylvius. Als Professor der Anatomie zu Paris übte er einen großen Einfluß auf seine Schüler aus, doch konnte er es nicht verhindern, daß mit ihm die alte Galen'sche Anatomie zu Grabe getragen wurde. Er bildet den Schluß der ersten Periode unserer Wissenschaft, die lange genug ein lebloser Leichnam, vom Fortschritt unberührt geblieben war.

Zahlreiche Schüler verdanken ihre Ausbildung dem Wirken dieses Mannes, dessen nicht zu unterschätzendes Verdienst es gewesen ist, dieselben zum praktischen Zergliedern angehalten zu haben. Aus der großen Menge derselben ging auch der Reformator der Anatomie im 16. Jahrhundert hervor, durch dessen bahnbrechende Arbeiten die neue Aera eingeleitet wurde.

Zweite Periode.

Mit Andreas Vesalius bricht die Morgenröthe eines neuen Tags in der Anatomie an, der erste Lichtstrahl, der in das Dunkel einer langen, einförmigen Nacht fiel und nun mit einem male die undurchdringliche Finsterniß erhellte, sodaß neues Leben aller Orten entsproß und mächtig emporwuchs, welches von neuem nicht wieder ersterben, sondern zu einer Blüte gelangen sollte, die in unserm Jahrhunderte zur Frucht reifte. „In jener folgenreichen Zeit, in welcher der menschliche Geist die Fesseln einer geistlosen Scholastik zerbrach, erwachte auch mit Macht das Bewußtsein der Nothwendigkeit anatomischer Studien und hielt gegen Bann und Verfolgung siegreichen Stand. Die Wißbegierde warf sich mit dem Feuereifer des Enthusiasmus auf das noch brachliegende Feld der Anatomie. Lehrkanzeln erhoben sich in den bedeutendsten Städten Italiens, Frankreichs und Deutschlands, und ein edler Wetteifer spornte die Bekenner der Wissenschaft zu nimmer rastender Thätigkeit an. In den speculativen Wissenschaften, in Kunst und Poesie kann das Genie seine Zeit überflügeln —, in der Erfahrungswissenschaft bringt der ruhige Fleiß der Zeit, was der Gedankenflug nicht in Eile erreichen kann. Diese Zeit war nun für die Anatomie gekommen, und der große Mann, der sie brachte, war Andreas Vesalius, der Reformator der Anatomie."

Zu Brüssel im Jahre 1513, oder wie andere wollen, 1514 geboren, stammte er jedoch durch seine Vorfahren aus einer deutschen Stadt im Herzogthume Kleve, Wesel, weshalb auch die Familie ihren ursprünglichen Namen „Wittings" in „Wesele" oder „Wessele" umänderte.

Es war ein medicinisches Geschlecht, in dem der junge Andreas aufwuchs und in welchem der Riesen-

geist seine erste wissenschaftliche Nahrung erhielt. „Er studirte — wie es heißt — zu Löwen, und mußte, vieler Verfolgungen wegen, die ihm sein Eifer für die Anatomie zuzog, indem er nach seinem eigenen Geständniß die Kirchhöfe plünderte und die Leichname der Verbrecher von Galgen und Rad entwendete, sein Vaterland verlassen." Er begab sich nunmehr nach Montpellier und von da nach Paris, wo er Gelegenheit fand, den Unterricht des damals in der Anatomie so berühmten Jacobus Sylvius zu genießen, den er bald durch seine Kenntnisse wie durch sein Genie überflügelte, wodurch er sich dessen Haß und Feindschaft in nicht geringem Grade zuzog.

Es war ein bewegtes Leben, welches der größte Anatom seiner Zeit geführt hat. Gefeiert wie wenige und zu hohen Ehren gelangt, starb er, seines Glücks und Ruhms wegen von seinen Zeitgenossen auf das unwürdigste verkannt und gekränkt, nachdem er seine Handschriften verbrannt und sein Amt als Leibarzt Kaiser Karl's V. und seines Nachfolgers Philipp's II. niedergelegt, in seinem funfzigsten Jahre, auf der Rückkehr von einer Pilgerfahrt nach Jerusalem, die er zur Sühne des Verbrechens, Anatom gewesen zu sein, unternehmen mußte, schiffbrüchig an der Küste der Insel Zante, wo sein Leichnam von einem Goldschmied erkannt und in der Kapelle der Heiligen Jungfrau beigesetzt wurde. So endete der Mann, der unserer Wissenschaft das Licht gebracht, welches geleuchtet hat bis auf unsere Tage.

Auf Grund reicher Erfahrungen hat Vesal, der „erste anatomische Denker", mit fester Hand das alte morsche Gebäude der Galen'schen Anatomie umgestürzt, indem er nachwies, daß die Lehren des großen römischen Arztes nur auf die Kenntniß von Affen und Hunden gegründet seien. Er war der erste, welcher selbständig den ganzen Bau des menschlichen Körpers erforschte und in großen, von den hergebrachten Irrthümern befreiten Zügen darstellte.

Wacker halfen an diesem Riesenwerke mit arbeiten die Zeitgenossen Vesal's Gabriele Fallopia und Bartolomeo Eustachio. Ersterer, ein Schüler und Freund des großen Reformators, setzte die Arbeit seines Lehrers fort, prüfend und sichtend, was dieser in genialem Wurfe geschaffen, während Eustachius sich durch seine Opposition, indem er für Galen in die Schranken trat und für dessen Wahrheiten einstand, um die Wissenschaft verdient machte.

Es folgen nun eine Reihe bedeutender Namen, die alle nicht wenig den großen Bau mit fördern halfen. In erster Linie sind hier die Koryphäen der italienischen Schule zu nennen, die sich rühmen können, zunächst die Erbschaft Vesal's angetreten zu haben. Doch auch mancher Deutsche glänzt gleichzeitig, und unser Vaterland hat in dieser Zeit nicht minder wichtige Entdeckungen auf dem Gebiete der Anatomie aufzuweisen.

Einen neuen Aufschwung nahm die Wissenschaft durch die Entdeckung des Kreislaufs des Blutes. Vielfache Vorarbeiten waren schon von Italienern dazu geliefert worden, als es dem Engländer William Harvey, 1578 zu Folkstone in der Grafschaft Kent geboren, die Lehre von der Circulation des Blutes aufzustellen und durch unumstößliche Gründe zu beweisen gelang. Es ist ein glänzender Triumph, welchen die Wissenschaft durch diese neue Wahrheit errungen, und die eine gewaltige Anregung zur weitern Ausbildung der Anatomie gab.

Entdeckung folgte nun auf Entdeckung in regelmäßigen Schritten, bis durch die Erfindung des Mikroskopes ein neuer ungeahnter Aufschwung der Anatomie bewirkt wurde. Der erste, der sich desselben mit außerordentlichen Erfolgen bediente, war Marcello Malpighi; er zeigte an den Lungen und dem Gekröse der Frösche den Kreislauf des Blutes, wie er auch sonst bei Beobachtung der Thier- und Pflanzenkörper den ausgedehntesten Gebrauch von dem neuen Instrumente machte.

Der Ruf bedeutender Leistungen ging nunmehr in den Niederländern über. Männer wie Leeuwenboek, Swammerdam, namentlich aber Ruysch, schritten rasch auf der neueröffneten Bahn vorwärts und waren die glänzendsten Gestirne des 17. Jahrhunderts. Besonders war es der letztere, welcher durch seine Einspritzungen von flüssigen, nachher erstarrenden Massen in die feinsten Blutgefäße, wodurch ein werthvolles Mittel zur Erkenntniß des Gefäßsystems gewonnen wurde, eine große Berühmtheit erlangte, sodaß Peter der Große die Sammlung von dessen Präparaten, sowie das Recept zu den Injectionen für 36000 Goldgulden kaufte.

An einen neuen Markstein gelangte die Anatomie durch den großen schweizer Gelehrten Albert Haller, den bedeutendsten Mann, den vielleicht je die Schweiz hervorgebracht, welcher, am 16. October 1708 geboren, durch das Einführen der physiologischen Methode in die Anatomie das Leben mit der starren Masse des Leichnams verknüpfte. „Haller's Name wird jetzt noch — so läßt sich Hyrtl vernehmen — 100 Jahre nach seinem Tode, mit Ehrfurcht genannt. Die Dankbarkeit der Wissenschaft schmückt den Lorber seines Grabes mit immer frischem Laube. Und so wird es sein in spätester Zukunft, wenn von den Größen der Gegenwart und dem frivolen Lärm, den sie erregten, kein Nachhall mehr klingen wird." — Der große Mann starb mit dem Finger an der Radialarterie und mit den Worten: „Sie schlägt nicht mehr."

Je mehr wir uns der Gegenwart nähern, desto reicher und vielseitiger werden die Entdeckungen auf dem Gebiete der Anatomie, immer neue Elemente werden in sie hineingetragen und entwickeln sich zu erstaunlicher Größe. Alle Zweige gelangen jetzt zur Blüte. Die vergleichende Anatomie, die Gewebelehre, die Entwickelungsgeschichte, wie der technische und der der Heilkunde dienende Theil, beschäftigen nunmehr besonders die Geister. „Wer zählt die Völker, nennt die Namen", die nunmehr um den Preis wetteifern; einer sucht immer den andern zu überbieten und die Palme zu erringen. Ohne Ueberhebung können wir es aber sagen, und wir dürfen stolz darauf sein, Deutschland ist in keinem Zweige der Anatomie zurückgeblieben, die deutschen Namen können sich den besten des Auslandes an die Seite stellen, ja auf manchen Gebieten, wie dem der Entwickelungsgeschichte, stehen sie unerreicht da, ein Ruhm, der mit dem Glanze der nationalen Thaten der Preis jener geistigen Tüchtigkeit ist, die das deutsche Volk in seinem Innersten durchdringt und treu gepflegt dasselbe auch auf der erreichten Höhe unangefochten erhalten wird.

Allgemeine Anatomie.

Die allgemeine Anatomie oder Gewebelehre betrachtet, wie schon erwähnt, den menschlichen Körper aus Gesichtspunkten, welche die gemeinschaftliche Grundlage aller einzelnen Theile ins Auge fassen und deren Abänderung zu den verschiedenen Zwecken erörtern. Sonach hat es die allgemeine Anatomie zunächst mit den Bestandtheilen des Körpers zu thun, die sich in zweifacher Beziehung uns darstellen, und zwar als Mischungsbestandtheile und Formbestandtheile, welche in ihren letzten, nicht mehr in differente

Theile zu zerlegenden Gliedern als Elemente, und zwar die erstern als chemische, die letztern als Formelemente bezeichnet werden.

Während die Betrachtung der Mischungsbestandtheile der Chemie anheimfällt, gehört die der Formbestandtheile in das Bereich der Anatomie, deren Elemente nur mit Hülfe des Mikroskops wahrzunehmen sind.

Bestandtheile des menschlichen Körpers.

Mischungsbestandtheile.

Der thierische und somit auch der menschliche Körper besteht nur aus Stoffen, die auch in der unorganischen Natur vorkommen, doch nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil der unorganischen Substanzen findet sich im thierischen Körper wieder und tritt meist zu Verbindungen zusammen, die mit dem Namen der organischen bezeichnet werden.

Von den chemischen Elementen finden sich als normale Bestandtheile im thierischen Leibe nur der Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, Phosphor, Chlor, Schwefel, Fluor, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Silicium, Mangan und Eisen, während Aluminium, Titan, Arsen, Kupfer, Jod, Brom und mehrere andere noch nur zufällig darin gefunden worden sind.

Die Verbindungen nun, in welchen diese chemischen Elemente im thierischen Körper auftreten, sind doppelter Art, und zwar unorganische oder organische.

Die unorganischen Verbindungen im thierischen Körper finden sich auch außerhalb desselben in der unorganischen Natur, während die organischen nur in den Organismen angetroffen werden und im Gegensatz zu jenen eine eigene chemische Constitution zeigen.

Formbestandtheile.

Die Formbestandtheile unsers Körpers charakterisiren sich zunächst je nach dem Aggregatzustande als feste, tropfbar-flüssige oder gasförmige.

Die festen Formbestandtheile bilden in quantitativer Beziehung den geringsten Theil des menschlichen Körpers und zeigen sich als:

Körnchen (Granula), die kleinsten Formelemente, welche entweder frei in Flüssigkeiten suspendirt vorkommen, oder sich zu mehr oder minder großen Klümpchen vereinigen.

Zellen (Cellulae), kleine mikroskopische Bläschen von sehr verschiedener Größe und Gestalt.

Röhrchen (Tubuli), hohle einfache oder sich verästelnde Cylinder.

Fasern (Fibrae), fadenförmige Gebilde von solidem Bau, welche zu Bündeln (Fasciculi) oder zu breiten flachen Blättern (Lamellae) zusammentreten können.

Alle diese Theile werden durch eine in den verschiedensten Zuständen sich befindende Zwischensubstanz miteinander verbunden und von derselben zusammengehalten.

Als Grundform, aus der alle übrigen Formen hervorgehen, muß man die Zelle ansehen. Röhrchen und Fasern sind nur Umwandlungen derselben.

Die Vereinigung der Formelemente und ihrer Umwandlungen bilden die organischen Gewebe.

Alle Organe, welche aus gleichem Gewebe bestehen, gehören zu Einem Systeme. Diese Systeme können nun im Körper ein zusammenhängendes Ganzes bilden, wie das Bindegewebs-, Gefäß- und Nervensystem, oder sie sind zerstreut und gehören nur durch ihren gleichartigen Bau zusammen, wie das Drüsen-, Knochen- und Knorpelsystem u. s. w.

Die flüssigen Bestandtheile des Körpers machen fast vier Fünftel von dessen ganzem Gewicht aus und durchdringen zum Theil sämmtliche Gewebe, wodurch deren Consistenz in vorwiegendem Grade bedingt wird, zum Theil sind sie in den vollkommen geschlossenen, vielfach bis zu mikroskopischer Feinheit verzweigten Röhren des Gefäßsystems eingeschlossen, wie Blut, Lymphe, Chylus, oder sie befinden sich in besondern Kanälen und Behältern, um von da entweder als Excrete aus den Körper entfernt zu werden, wie Urin, Schweiß u. s. w., oder um zu einer bestimmten Lebensverrichtung aufs neue verwendet zu werden, wie Speichel, Galle, Milch, Magensaft u. s. w.

Die gasförmigen Bestandtheile kommen entweder frei in den offenen Höhlen des Körpers, wie in den Respirationsorganen, dem Darmkanale u. s. w. vor, oder sie sind, wie die Kohlensäure in den Mineralwässern, mechanisch mit tropfbaren Flüssigkeiten, so z. B. der Sauerstoff, Stickstoff und die Kohlensäure, mit dem Blute gemengt.

Die Zelle.

Unter Zelle (Cellula), im anatomischen Sinne versteht man ein bläschenartiges Gebilde von meist kugeliger Gestalt, umschlossen von einer Haut, der Zellmembran, an welcher mit Bestimmtheit weder eine Structur noch sichtbare Oeffnungen nachgewiesen werden können. Die Zelle wird erfüllt von dem Zelleninhalt, einer mehr oder minder dickflüssigen homogenen Masse von eiweißartiger Substanz, in welcher sich außer sehr kleinen eingestreuten Molecülen ein größerer Kern befindet, der wiederum ein oder mehrere Kernkörperchen enthält.

Die Zellmembran (Membrana cellulae) ist, wie schon erwähnt, ohne eine nachweisbare Structur und meist auch ohne jegliche sichtbare Oeffnung, nur an manchen Eiern ist eine solche, die sogenannte Mikropyle, sowie an einigen andern Zellenarten sind den „Porenkanälen" ähnliche radiale Streifungen bemerkt worden.

Der Zelleninhalt (Protoplasma, Cytoplasma, Sarcode) ist bei verschiedenen Zellen auch sehr verschiedenartig, von einer halbflüssigen, mehr oder wenig zähen Consistenz, mit kleinen körnigen Einlagerungen, bestehend aus Eiweißkörnchen, feinsten Fetttröpfchen u. s. w.

Der Zellenkern (Nucleus, Cytoblastos) von 0,002‴ — 0,05‴ im Durchmesser, ist ein festes oder bläschenförmiges Gebilde, welches sich meist einfach entweder in der Mitte des Zelleninhaltes befindet oder eine excentrische, eine wandständige Stellung an der innern Fläche der Zellenmembran einnimmt.

Das Kernkörperchen (Nucleolus) ist ein das Licht stärker brechender, glänzender Theil des Kerns im Innern desselben, gewöhnlich einfach, zuweilen aber auch zwei- und mehrfach.

Diese die thierische Zelle bildenden Theile brauchen aber nicht in ihrer Gesammtheit vorhanden zu sein, der eine oder der andere kann mangeln, ohne daß dadurch die Existenz der Zelle gefährdet würde. So kann die Membran fehlen, ohne daß die Zelle aufhörte ein Elementarorganismus zu sein, sie bildet dann ein Protoplasmaklümpchen mit Kern und Kernkörperchen; oder der Zellenkern und das Kernkörperchen sind nicht vorhanden, während ohne Protoplasma eine Zelle nicht zu denken ist.

Die Größe der Zellen schwankt ungemein und variirt zwischen 0,1‴ und 0,003‴.

Die Zelle bildet das Elementarorgan des thierischen Körpers, aus welchem sich alle Theile desselben, alle

Gewebe, Organe und schließlich der gesammte Organismus, von einer einzigen Zelle, dem thierischen Ei, ausgehend, entwickeln.

Wo die Zellen nicht unmittelbar hart aneinander liegen, befindet sich eingeschaltet eine Zwischenmaterie, die Intercellularsubstanz, welche von den Zellen ausgeschieden wird und in verschiedener Dichtigkeit als Zwischenzellenflüssigkeit im Blut, der Lymphe, dem Chylus, den Drüsen- und Parenchymsäften vorkommt, aber auch von fester Consistenz, wie bei Knorpel und Knochen sein kann.

Die Lehre von der Zelle ist gegenwärtig in einer Umbildung begriffen, worauf wir jedoch hier um so weniger eingehen können, als die Meinungen noch vielfach getheilt sind und an die Entscheidung im Augenblicke auch nicht gedacht werden kann.

Auf die Entstehung der Zellen können wir uns hier auch nicht weiter einlassen, nur so viel sei erwähnt, daß eine freie Zellenbildung aus organischer aber nicht organisirter Substanz bisjetzt mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen worden ist. Jede Zelle stammt von einer Zelle oder einem deren Stelle vertretenden Elementarorganismus ab, bei welchem Vorgange die Natur zwei Wege einschlägt, wobei mit der Erneuerung zugleich eine Vermehrung der Zellen erzielt wird. Diese findet entweder durch einfache Theilung oder durch Bildung im Innern einer schon vorhandenen Zelle, endogene Zellenbildung, statt.

Die Vermehrung der Zelle durch einfache Theilung geschieht auf folgende Weise. Zunächst beginnt der Zellenkern sich zu verlängern und bekommt eine Furche, die allmählich immer tiefer wird, bis der Kern in zwei Theile getheilt ist; oder, was auch der Fall ist, der Kern löst sich in dem Protoplasma auf, worauf dann zwei neue Kerne in demselben auftreten. Gleichzeitig fängt auch die Zellenmembran, indem die Zelle an Umfang gewinnt und meist eine ovale Form annimmt, an sich einzuschnüren, wodurch gleichfalls eine Furche gebildet wird, die auch den Zelleninhalt in zwei Theile scheidet und so lange wächst, bis sich die gegenüberliegenden Wände berühren, wodurch die Theilung vollbracht ist. Auf diese Weise kann eine Zelle gleichzeitig in zwei, drei und mehr neue zerfallen, welche dann wiederum denselben Proceß durchmachen können. Zuweilen ist der Vorgang ein wenig anders, indem anstatt der Einschnürung der Zellmembran, nachdem sich der Kern in mehrere getheilt und diese sich an verschiedenen Stellen an die Zellenwand angelegt haben, sich letztere knopfförmig ausbuchtet, was als Knospen- oder Sprossenbildung bezeichnet wird. Diese Auswüchse wachsen, während die Verbindung mit der ursprünglichen Zelle immer fadenförmiger wird, bis endlich eine vollständige Trennung eintritt.

Die zweite Art der Zellenbildung ist die endogene. Auch hier geht die Vermehrung zunächst vom Kerne aus, der sich in einer Zelle sogar dreißig- und mehrfach theilen kann, worauf sich der Zelleninhalt um die neuen Kerne zusammenballt, welche Protoplasmahaufen dann eine eigene Membran bekommen, sodaß sich schließlich eine ganze Brut von Zellen, Tochterzellen, in der ursprünglich einen, der Mutterzelle, befinden, deren Membran fortbestehen oder auch zu Grunde gehen kann, sodaß die eingeschlossenen Tochterzellen durch Berstung der Mutterzellmembran dann frei werden. Jede Tochterzelle kann dann in ihrem Innern wieder neue Zellen erzeugen und so zur Mutterzelle werden. Hierher gehört auch die sogenannte Furchung, wie sie beim Ei beobachtet wird.

In ihrer ursprünglichen Gestalt ist die Zelle ein rundes Kügelchen, das jedoch im Verlauf seiner Existenz vielfachen Veränderungen und Umgestaltungen unterworfen ist. Zunächst findet nur eine Größenzunahme statt, die Zelle wächst; dann aber erleidet auch ihre Form Veränderungen, während der Inhalt Umwandlungen eingehen kann; immer aber bleibt dabei die Zelle als solche fortbestehen, wie es bei den in einem flüssigen Blastem frei schwimmenden Blut-, Lymph- und Schleimkörperchen, bei den Fett- und Pigmentzellen, sowie bei den Epithelzellen der Fall ist. Die so zwar isolirt bleibenden Zellen können in ihrer Gestalt in der mannichfachsten Weise verändert werden. Die ursprünglich runden Zellen gehen in ovale und cylindrische über, auch können sie sich gegenseitig abplatten und eckig werden, oder sie verlängern sich annehmen eine spindelförmige Gestalt an, andere entwickeln treiben wimperartige Fortsätze, welche, solange die Zelle lebt, sich in einer schwingenden Bewegung, der sogenannten Flimmerbewegung befinden. Auch der Kern und das Kernkörperchen können sich verändern und von ihrer rundlichen Gestalt mehr oder weniger abweichen.

Auch der Zelleninhalt geht Veränderungen ein, er wird mehr oder weniger körnchenreich, sogar Krystalle treten in ihm zuweilen auf.

Weitere Umgestaltungen erleidet die Zelle durch Auflagerungen auf die Innen- oder Außenfläche ihrer Membran, wodurch dieselbe in verschiedener Weise verdickt wird.

Ferner treiben die Zellen, indem sie zwar ihre Selbstständigkeit behalten, aber mit andern in Verbindung treten, einen oder mehrere Fortsätze, wodurch sie ein sternförmiges Aussehen bekommen. Diese Auswüchse können sich dann wieder ästig theilen und mit ähnlichen Fortsätzen anderer benachbarter Zellen Verbindungen eingehen, wie die Nervenzellen, Knochenkörperchen, Haargefäße u. s. w.

War bisher die Zelle als solche bestehen geblieben, so kann sie nunmehr auch ihre Isolirtheit und Selbstständigkeit aufgeben, indem sie vorerst mit der Zwischenzellensubstanz vollständig verschmilzt, sodaß nur der Innenraum der Zelle als Lücke der Intercellularsubstanz übrigbleibt, wie bei den Knorpelzellen. Hierbei kommt es auch vor, daß zwei oder mehrere Zellen mit einander verwachsen, worauf an der Verbindungsstelle die Zwischenwände schwinden, sodaß die entstehende Höhle größer wird als der Innenraum einer einzigen Zelle.

Ferner lagern sich die Zellen aneinander, sodaß eine zusammenhängende Reihe gebildet wird, wie sie die Nervenfasern zeigen.

Endlich können auch die nach zwei Richtungen verlängerten Zellen sich der Länge nach aneinander reihen und in derselben Richtung zu Bündeln longitudinaler Fäden zerfasern, welche Form man bei dem Bindegewebe findet; oder sie verlängern sich nur sehr bedeutend, ohne jedoch sich aneinanderzureihen, und werden dann in Fasern umgewandelt, wie die Muskelfasern.

Auch die Kerne sollen sich zerfasern und dann die von Henle sogenannten Kernfasern bilden, welche jedoch von verschiedenen Seiten bestritten werden.

Gewebe.

Nur die niedrigsten thierischen Organismen bestehen aus einfachen Zellen; sobald eine nur einigermaßen höhere Entwickelung eintritt, erleiden die Zellen Umwandlungen und vereinigen sich zu den sogenannten Geweben (Telae).

Als Gewebe bezeichnet man sonach jede gesetzmäßige in gleichen Theilen immer in derselben

Weise wiederkehrende Anordnung der Elementartheile. Vereinigt sich aber eine gewisse Anzahl von Elementartheilen von bestimmter Form und Verrichtung, so erhält man nach Kölliker ein Organ. Vereinen sich mehrere oder viele Organe gleicher oder verschiedener Art zu einer höhern Einheit, so heißt dies ein System, welches entweder ein zusammenhängendes Ganzes bildet und an der Zusammensetzung aller gröbern Theile des Körpers participirt, wie Gefäß- und Nervensystem, oder aus mehrern zwar nicht nebeneinander zusammenhängenden, aber gleichartig gebauten und gleichartig functionirenden Organen, wie das Muskelsystem, besteht.

In Bezug auf die Gewebe stellt Kölliker mit besonderer Berücksichtigung der chemischen und physiologischen Verhältnisse sowie der Entwickelung derselben folgende Arten auf:

I. Zellengewebe:
Oberhautgewebe,
Gewebe der echten Drüsen.

II. Gewebe der Bindesubstanz:
Einfache Bindesubstanz,
Knorpelgewebe,
Faserige Bindesubstanz (Bindegewebe und elastisches Gewebe),
Knochengewebe und Zahnbein.

III. Muskelgewebe:
Gewebe der glatten Muskeln,
Gewebe der quergestreiften Muskeln.

IV Nervengewebe.

Von diesen Geweben sind es nur das Zellengewebe und die Bindesubstanz, welche für sich allein Organe einfacher Art bilden, während in allen höhern Organen dagegen alle Gewebe, ja selbst einfache und zusammengesetzte Organe vertreten sind, wobei jedoch meist das eine oder andere Gewebe das Uebergewicht hat. Auf Grund dieser Beobachtungen gibt nun Kölliker folgende Eintheilung der Organe:

A. Einfache Organe.
I. Organe des Zellengewebes.
Epidermis, Epithelien, Haare, Nägel, Linse.
Einfache Drüsen ohne Bindegewebshülle.
II. Organe der Bindesubstanz.
Glaskörper (Schleimgewebe).
Chorda dorsalis, gefäßlose Knorpel, elastische Knorpel.
Sehnen, Bänder, Fascien u. s. w.

B. Zusammengesetzte Organe.
III. Organe mit Vorwiegen des Zellengewebes.
Größere echte Drüsen.
IV. Organe mit Vorwiegen der Bindesubstanz:
Gefäßhaltige Bindegewebshäute (äußere Haut, Schleimhäute, seröse Häute, eigentliche Gefäßhäute).
Knochen, Zähne.
Gefäße.
Blutgefäßdrüsen.
V. Organe mit Vorwiegen des Muskelgewebes.
Glatte und quergestreifte Muskeln.
VI. Organe mit Vorwiegen des Nervengewebes.
Ganglien, Nerven, Hirn, Mark.
VII. Organe, in denen alle Gewebe vertreten sind.
Die einzelnen Organe des Darmes.
Die Organe des Geschlechtsapparates.
Die größern Drüsen.
Höhere Sinnesorgane.

Endlich treten die Organe noch zu besondern Systemen zusammen, deren Kölliker folgende aufstellt:

1) Das System der äußern Haut.
Dasselbe besteht aus der Lederhaut, der Oberhaut, den Haargebilden, den größern (Milchdrüsen) und kleinern Drüsen der Haut.
2) Das Knochensystem
mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkkapseln.
3) Das Muskelsystem
mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.
4) Das Nervensystem
mit den großen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höhern Sinnesorganen.
5) Das Darmsystem
mit dem Darmkanal, den Speicheldrüsen, der Schilddrüse, der Leber, der Bauchspeicheldrüse und den Athmungsorganen.
6) Das Gefäßsystem
mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefäßen, sowie den Lymphdrüsen, der Thymus und der Milz.
7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da wir kein anatomisches Lehrbuch zu schreiben beabsichtigen, sondern hier nur die Vorbedingungen zu einem allseitigen Verständniß der Tafeln geben wollen, so würde es uns zu weit führen, Gewebe, Organe und Systeme einzeln in dem von uns soeben aufgezählten Umfange betrachten zu wollen. Wir begnügen uns daher dieselben in einer etwas andern Weise gruppirt vorzuführen, und wählen dazu folgende wesentlich vereinfachte Eintheilung:

1) Bindegewebsarten:
Fibrilläres Bindegewebe, Fettgewebe, Schleimgewebe, cytogenes Bindegewebe, homogenes Bindegewebe, elastisches Gewebe, und anhangsweise Pigmentbindegewebe.
2) Horngewebe:
Epidermis, Haare, Nägel, Epithelien, und anhangsweise Pigment.
3) Knochensystem:
Knochen, Knorpel, Bänder.
4) Muskelsystem:
Muskeln, Sehnen, Fascien, Schleimbeutel, Schleimscheiden.
5) Gefäßsystem:
Gefäße, Blut, Lymphe, Lymphdrüsen.
6) Nervensystem:
Nerven, Ganglien, Gehirn, Rückenmark.
7) Hautsystem:
Fibröse und seröse Häute, Schleimhäute, Gefäßhäute.
8) Drüsensystem.

1. Bindegewebsarten.

In diese Gruppe gehört eine Anzahl von Geweben, die zwar in ihrer äußern Erscheinungsweise sehr voneinander abweichen, jedoch namentlich durch die Entwickelung als zu einem System gehörend sich präsentiren.

In erster Linie ist das eigentliche Bindegewebe (fibrilläres Bindegewebe, Zellgewebe oder Zellstoff, Tela cellulosa, auch Textus cellulosus) zu rechnen. Es ist von allen Geweben im menschlichen Körper das am weitesten verbreitete und spielt gleichsam im Organismus ein kosmopolitische Rolle. Je nachdem es theils die einzelnen Organe umhüllt und miteinander

verbindet, sowie die Lücken zwischen denselben ausfüllt, theils aber auch in den Bau derselben mit eingeht und so als Bindemittel der verschiedenen, die einzelnen Theile zusammensetzenden Elemente einen wesentlichen Bestandtheil derselben bildet, unterscheidet man ein peripherisches oder umhüllendes, und ein organisches oder parenchymatöses Bindegewebe.

Was die mikroskopischen Elemente des Bindegewebes betrifft, so zeigen dieselben sich als solide, glattrandige, weiche, wasserhelle oder in größern Massen weißliche, dünne, sanft wellenförmig gebogene, mehr platt als rund erscheinende Fasern, Bindegewebsfibrillen, welche im Mittel 0,0005‴ im Durchmesser haben, nie untereinander anastomosiren und zu wellenförmig aussehenden Bündeln zusammentreten. Diese Bündel können nun mit einander parallel laufen, oder sich in verschiedenen Richtungen kreuzen und verflechten, wodurch eine große Festigkeit erzielt wird.

Zwischen den Bündeln und Fibrillen befindet sich eine spärliche homogene, gallertartige oder fein granulirte Intercellularsubstanz, sowie Lücken und Kanäle, in welchen die Intercellularflüssigkeit sich befindet, welche zur Ernährung des Gewebes dient und aus dem Blute stammt.

Außerdem finden sich zwischen den Fasern noch reihenweise, meist in der Längsrichtung derselben, oder auch unregelmäßig zerstreut, wirkliche Zellen, aus Membran, Inhalt und Kern bestehend, sowie Zellen in den verschiedensten Uebergangsformen, ohne Membran nur ein Protoplasmahaufen mit Kern, von runder, ovaler, spindelförmiger oder auch strahliger Gestalt, welche Bindegewebskörperchen heißen.

Dem Bindegewebe sind meist elastische Fasern, zuweilen auch Fettzellen beigemischt, wie es auch von Blutgefäßen in veränderlicher und von Nerven nur in sehr geringer Menge durchsetzt wird.

Die Bindegewebsfibrillen entstehen aus der Zwischensubstanz der ursprünglich runden embryonalen Zellen, indem dieselben sich zerfasern, während die Zellen entweder als Bindegewebskörperchen fortbestehen oder in Fettzellen übergehen.

Das Bindegewebe zeigt sich in sehr verschiedenen Arten im Körper, von denen wir schon das peripherische und parenchymatöse hervorgehoben haben, das sich nur durch Lage und Vorkommen unterscheidet, während es mit Rücksicht auf die Form sich in folgende Klassen ordnen läßt:

1) Festes und geformtes Bindegewebe, von welchem man wieder unterscheiden kann: Sehnen und Bänder, Faserhäute und fibröse Häute (Tunicae fibrosae), seröse Häute und Synovialhäute der Gelenke, Schleimbeutel (Bursae mucosae), Sehnenscheiden, die Lederhaut, Schleimhäute (Tunicae mucosae), die Häute der Venen und Lymphgefäße, die Tunicae adventitiae der Arterien und das Endocardium, endlich die Gefäßhäute.

2) Lockeres, aërolares oder formloses Bindegewebe, das sich nur durch sein Gefüge von ersterm unterscheidet und meist als Ausfüllungsmasse vorkommt.

Zu der Bindesubstanz gehört auch das für den Körper so wichtige Fettgewebe, bestehend aus kleinen Bläschen, welche mit Fett angefüllt sind, das während des Lebens flüssig ist und nach dem Tode erstarrt. Diese Fettbläschen, sogenannte Fettzellen, sind in größerer oder geringerer Masse im Bindegewebe vorhanden, wo sie Zellen aus einer außerordentlich zarten, structurlosen und durchsichtigen Membran bilden, in deren Innerm sich ein Fetttröpfchen befindet, in welchem unter Umständen ein Kern sichtbar wird. Zuweilen finden sich an Stelle des flüssigen Fettes in einzelnen Zellen nadelförmige Gebilde, Margarinkrystalle. Die Fettzellen sind meist von rundlicher Gestalt und werden nur durch gegenseitigen Druck abgeplattet, ihre Größe schwankt im Durchmesser zwischen 0,01—0,06‴. Wegen der starken Lichtbrechung des Inhalts erscheint der Rand der Zellen stets dunkel und scharf abgegrenzt. Immer liegt ein Haufe solcher Zellen in einer Masse des Bindegewebes, wo dann ein größeres oder kleineres Fettklümpchen gebildet wird, das zur Ernährung von einem dichten Netze von Haargefäßen umsponnen wird, welche auch balkenartig zwischen den einzelnen Zellen durchlaufen. Die Fettklümpchen vereinigen sich zu Fettlappen und diese wiederum zu größern Fettmassen. Ihrer Bedeutung nach sind die Fettzellen nichts anderes als Bindegewebskörperchen, welche Fetttröpfchen in ihr Inneres aufgenommen und dadurch die große rundliche Gestalt angenommen haben.

Die größten Ansammlungen von Fett finden sich im Unterhautbindegewebe als Panniculus adiposus, das an manchen Stellen des Körpers, wie am Gesäß, Unterleibe, an den Brüsten über Zolldicke erreicht. Ferner tritt das Fett noch in großen Massen auf in den Netzen und Gekrösen, besonders des Dünndarms, als gelbes Knochenmark in den langen Röhrenknochen, in der Umgebung der Nieren, in den Interstitien der Muskeln, namentlich da, wo größere Nerven und Gefäße verlaufen.

Eine dritte wichtige Art der Bindesubstanz ist das elastische Gewebe (Tela elastica), welches besonders mit dem Bindegewebe gemischt vorkommt. Es besteht aus rundlichen oder bandartig flachen, scharf conturirten Fasern, welche in größern Massen gelb und mäßig wellenförmig geschwungen erscheinen. Der Durchmesser dieser Fasern ist sehr verschieden und variirt von unmeßlicher Feinheit etwa zwischen 0,000‴ und 0,005‴ Dicke. Die elastischen Fasern kommen entweder einzeln vor oder vereinigen sich netzförmig untereinander und bilden dann Stränge, Platten und Häute, welche in der Richtung der Fasern sehr dehnbar sind und bei nachlassender Kraft ihre ursprüngliche Gestalt wieder annehmen. Die morphologische Bedeutung dieser Fasern ist dieselbe wie die der Bindegewebsfibrillen, indem sie aus verdichteter Zwischensubstanz hervorgehen, welche nur von kleinen Lücken durchbrochen wird.

Das elastische Gewebe ist ein regelmäßiger Begleiter des fibrillären Bindegewebes, während es ganz rein ohne jegliche Beimischung fast nie vorkommt. Am wenigsten mit fremden Bestandtheilen gemengt findet es sich in den gelben Bändern der Wirbelsäule und im Nackenbande, in den Bändern, welche die Kehlkopf- und Luftröhrenknorpel verbinden, in den untern Stimmritzenbändern und in dem Ligamentum suspensorium penis, endlich in der mittlern Haut der Arterien.

Von den übrigen Arten der Bindesubstanz führen wir nur das homogene Bindegewebe, das Schleimgewebe (gallertartiges Bindegewebe) und die cutigene Bindesubstanz (auch adenoide Substanz und conglobirte Drüsensubstanz) mit Namen an. Diese Gewebe spielen, gegen die im Vorhergehenden erwähnten, nur eine untergeordnete Rolle, kommen seltener und nicht in so großen Mengen im Organismus vor und stellen gleichsam ein, auf einer niedern Stufe der Entwickelung stehen gebliebenes Bindegewebe dar.

Das Pigmentbindegewebe zeichnet sich meist durch sternförmige Zellen mit zahlreichen Strahlenfortsätzen aus. Dasselbe findet sich beim Menschen nur im Auge, wo es in der Iris und Chorioidea vorkommt, sowie in der innersten Lage der Sklerotica angetroffen wird.

2. Horngewebe.

Unter diese Gruppe rechnet man alle, die freien Flächen des Körpers — seien dieselben nach außen oder nach innen gekehrt, indem sie entweder die Körperoberfläche überziehen, oder die offenen und geschlossenen Körperhöhlen und die mit diesen zusammenhängenden Drüsengänge und geschlossenen Drüsenblasen auskleiden — bedeckenden gefäß- und nervenlosen Schichten.

Begrenzen diese Gebilde die äußere Körperfläche, so zugleich Haare und Nägel zu ihnen gehören, so heißen sie **Oberhaut** (Epidermis cuticula), während sie im Innern der Höhlen und Kanäle mit dem Namen **Epithel** (Epithelium) bezeichnet werden.

Charakteristisch für diese Organe ist es, daß sie alle aus selbständig gebliebenen Zellen bestehen, die untereinander mehr oder weniger fest vereinigt sind und auf der Körperoberfläche mit der Zeit einen gewissen Grad von Härte annehmen, aus welchem Grunde sie auch Horngewebe genannt werden, während die Epithelien in ihrem ursprünglichen weichern Zustande verharren.

Bei den reifen Epidermiszellen ist die Höhle gänzlich geschwunden, während die Zellenmembran trübe und undurchsichtig geworden ist. Das Schicksal des Kerns in diesen Zellen ist unbekannt. Die Form derselben ist flach, indem die ursprünglich runden Zellen zu kleinen trockenen spröden Schüppchen sich abplatten, welche mit ihren Nachbarn zu einer continuirlichen Hornschicht verschmelzen, welche nur mechanische Veränderungen erleidet, indem sie mit der Zeit abgenutzt und abgerieben wird, während neue Zellen von innen nachwachsen, sodaß die abgestoßenen Schichten immer wieder durch neuen Nachschub ersetzt werden. Die spärliche, halbflüssige Zwischensubstanz, welche die jungen noch weichern Hornzellen umgibt, ist derselben Eintrocknung und Verhärtung unterworfen wie die Zellen selbst, und dient zuletzt nur als schwaches Bindemittel derselben.

Haare und Nägel sind epidermoidale Gebilde, gleichfalls von zelliger Natur, von denen die letztern nur eine verdickte Oberhaut sind. Die Epithelien bekleiden alle freien Flächen einer Membran im Innern des Körpers, einer Höhlenwand, sowie aller Kanäle, und bilden theils ein einfaches, theils ein mehrfach geschichtetes Zellenlager. Die Form der Zellen ist sehr verschieden. Alle haben einen Kern mit Kernkörperchen, der in jüngern Zuständen fein granulirt erscheint, später ein mehr homogenes Aussehen annimmt. Anfangs umschließt die structurlose Zellenmembran den Kern dicht; in dem Maße aber, wie bei fortschreitendem Wachsthum sich die Zelle mit einem wasserhellen flüssigen Inhalte füllt, rückt der Kern entweder von der Wand ab, ohne jedoch eine centrale Stellung einzunehmen, oder er bleibt wandständig nach innen von Protoplasma umgeben. Die ursprünglich runden und ovalen Zellen verändern vielfach ihre Gestalt, entweder wachsen sie in die Breite oder in die Länge, wonach man zwei Arten von Epithel, das **Pflasterepithel** und das **Cylinderepithel** erhält, zwischen welchen sich verschiedene Uebergangsformen finden.

Das **Pflasterepithel**, wegen seines dem Straßenpflaster ähnlichen mosaikartigen Aussehens so genannt, oder auch **Plattenepithel**, kommt am häufigsten vor und besteht aus anfangs rundlichen, später flachen polygonalen Zellen, in welcher Form sie den Epidermiszellen am nächsten stehen. Sie lagern meist so dicht aneinander, daß von einer Zwischenzellensubstanz nichts bemerkt wird. Es findet sich entweder als einfache Zellenschicht auf den freien Flächen aller serösen Häute, ferner auf der innern Oberfläche der Blut- und Lymphgefäße, in den feinern Verzweigungen der Drüsenausführungsgänge und der Luftwege der Lungen, sowie auf gewissen zarten Schleimhäuten, oder in mehrfach geschichteten Lagern, wie in der Mundhöhle, dem Rachen und der Speiseröhre, auf den Synovialhäuten und an verschiedenen Stellen des Verdauungs- und des uropoëtischen Systems vor. Bei dem geschichteten Epithel sind die untern jüngern Zellen stets rundlich. Die Regeneration des mehrfach geschichteten Epithels findet wie bei der Epidermis statt, während bei dem einfachen Zellenstratum der Ersatz für die abgestoßenen Zellen durch Theilung der zurückgebliebenen herbeigeführt wird.

Das **Cylinderepithel** entsteht dadurch, daß sich die Zellen gerade in dem Pflasterepithel entgegengesetzter Richtung entwickeln. Während dieses in der Breite, mit der darunterliegenden Fläche parallel wächst, entwickelt sich jenes nach einer Richtung, die senkrecht auf der betreffenden Fläche steht. Die Form der Cylinderepithelzellen ist die eines abgestumpften Kegels, von welchem die Basis entweder flach oder schwach gewölbt nach der freien Fläche gerichtet ist, während die abgestutzten Spitzen auf der Unterlage ruhen, zwischen welchen die frei bleibenden Räume durch junge rundliche Zellen angefüllt werden. In der Mitte zwischen Spitze und Basis befindet sich der runde oder ovale Kern mit Kernkörperchen, der oft so groß ist, daß er die ganze Breite der Zelle ausfüllt und zuweilen sogar die Wand bauchig hervorwölbt. Der Inhalt der Zellen ist meist fein granulirt. Das Cylinderepithel ist meist einfach, seltener geschichtet, und werden die zu Grunde gegangenen Zellen im ersten Falle durch einfache Theilung, im letztern durch die jungen, zwischen den Kegelspitzen sich befindlichen, ersetzt, welche sich gleichfalls durch Theilung vermehren. Das Cylinderepithel findet sich nur auf Schleimhäuten, wie im Darmkanal vom Mageneingange bis zum After, sowie in den Ausführungsgängen fast aller Drüsen.

Ueberall wird der Uebergang des einen Epithels in das andere durch Zwischenformen vermittelt, und nur an den Mündungen der Speicheldrüsen findet ein plötzlicher Wechsel statt.

Eine besondere Art des Cylinderepithels ist das **Flimmer- oder Wimperepithel**, welches sich von ersterm nur dadurch unterscheidet, daß auf den freien Basen der sonst gleichgeformten Zellen härchenähnliche, dünne, kurze, platte und spitz endigende, außerordentlich feine Fäden (Cilien, Wimpern) aufsitzen, welche, von wasserheller Farbe, in verschiedener Anzahl, bis zu 20, fortwährend in einer eigenthümlichen Schwingung — etwa wie ein reifes Kornfeld, wenn es vom Winde bewegt auf- und niederwogt — sich befinden, die von Nerveneinflüssen vollkommen unabhängig ist und sich bis zu 300 mal in der Minute wiederholen kann. Die Richtung dieser Bewegung der Cilien geht wol stets gegen die Mündung des betreffenden Kanals, in dem sich das Flimmerepithel befindet.

Das Vorkommen des Flimmerepithels ist ein weitverbreitetes. So findet es sich auf der Schleimhaut der respiratorischen Wege, wie der Nasenhöhle, soweit sie von knöchernen Wänden umgeben ist, jedoch mit Ausnahme des Theils, auf welchem sich der Geruchsnerv verbreitet; ferner der Schleimhaut der Nebenhöhlen der Nase, des obern Theils des Rachens und des knorpeligen Theils der Ohrtrompete, der untern Fläche des Kehldeckels und, von der Stimmritze beginnend, des Kehlkopfes, der Luftröhre bis in deren feinere Verzweigungen herab. Ferner trifft man dasselbe auf der Schleimhaut des

Uterus und der Tuben, in den Nebenhoden, in einer gewissen Periode auf dem häutigen Ueberzuge der Gehirnkammern und im Kanal des Rückenmarks.

Am zweckmäßigsten lassen sich an die Epithelien die Pigmentzellen anreihen. Von diesen Gebilden hängt die eigenthümliche Färbung einer Anzahl von Organen ab. Dieselben bilden runde, mehrseitige oder sternförmige Zellen, in denen, von einer zarten, durchsichtigen, structurlosen Membran umschlossen, ein körniger dunkelgefärbter Inhalt von sehr feinen Pigmentmoleculen sich befindet und entweder frei oder zu Klümpchen zusammengeballt herumschwimmt, wenn Zellen platzen oder zerdrückt werden. Nicht immer ist ein Kern sichtbar, da er oft von den dunkeln Massen des Pigmentes verdeckt wird.

Solche Pigmentzellen finden sich unter der Oberhaut in dem sogenannten Malpighischen Netze (Rete Malpighii), wo sie, wie beim Neger, die dunkle Farbe der Haut bedingen oder der Grund der Sommersprossen und Leberflecke sind, ferner im Auge aller Menschenrassen, als sogenanntes Pigmentepithel der Chorioidea, wo sie dazu dienen, die falschen Lichtstrahlen zu absorbiren, wie die Schwärzung an der innern Oberfläche der optischen Instrumente. Vereinzelt kommen die Pigmentzellen noch an verschiedenen andern Stellen des Körpers vor, wie in den Bronchialdrüsen, in der Lungensubstanz, in den Schenkeln des Großhirns u. s. w., oder man trifft auch freie Pigmentklümpchen zwischen den Geweben.

Haare (Pili oder crines) und Nägel (Ungues) genügt es hier nur anzuführen, da dieselben vorzugsweise in das Gebiet der Histologie gehören, auf welches wir uns nur so weit versteigen dürfen, als es für das Verständniß der folgenden Betrachtungen nothwendig ist.

Von den Haaren erwähnen wir nur, daß dieselben aus dem Haarschaft oder Haarcylinder, welcher frei über der Oberfläche der Haut hervorragt, und aus der Haarwurzel, welche in der Lederhaut steckt, und deren unterster dicker, keulenförmiger, etwas ausgehöhlter Theil Haarzwiebel oder Haarknopf heißt und auf dem Haarkeime oder der Haarpupille aufsitzt, bestehen. Die Haare sind mit Ausnahme weniger Stellen über den ganzen Körper verbreitet und kommen daselbst als dünne, weiche, kurze Wollhaare, oder als stärkere verschiedenfarbige Kopf- und Barthaare, Augenbrauen, Augenwimpern u. s. w. vor.

Von den Nägeln bemerken wir, daß sie als dünne elastische Hornplatten auf den Rückenflächen der letzten Finger- und Zehenglieder in einer Vertiefung der Lederhaut, dem Nagelbette, sitzen und rings herum mit der Epidermis in Verbindung stehen. An dem Nagel selber unterscheidet man: die Nagelwurzel, welche im Nagelfalze sitzt, den Nagelkörper und die Nagelspitze.

Wegen des vollständigen Mangels an Nerven sind alle Horngewebe vollständig empfindungslos und schmerzen daher auch unter keiner Bedingung, ebenso entzünden sie sich nie, da sich auch keine Blutgefäße in ihnen befinden.

3. Knochensystem.

Das Knochensystem begreift Gewebe verschiedener Art in sich, und zwar erstens solche, die demselben specifisch eigen sind, wie das Knorpel- und Knochengewebe, dann aber auch solche, die es mit andern Systemen gemein hat, wie das Bindegewebe, elastische Gewebe und das Epithel in den Bändern und Gelenkkapseln.

Der Knorpel (cartilago) gehört nach den Knochen zu den festesten Theilen des menschlichen Körpers. Ohne so spröde zu sein wie diese, besitzt er gr Festigkeit und eine ungemeine Elasticität und Bieg keit. Die Farbe des Knorpels im frischen Zust ist schwachbläulich oder gelblich und bei durchgeb Lichte in dünnen Scheiben opalescirend durchsch getrocknet nimmt er eine bernsteinartige Färbung schrumpft ein und wird brüchig.

Die Knorpel haben selber keine, oder unter gew Umständen nur äußerst wenig Blutgefäße, ebenso sitzen sie keine sichtbaren Nerven und Lymphg dagegen sind sie von einer festen, fibrösen, gefä tigen Membran, der Knorpelhaut (Perichondr überzogen, mit Ausnahme jener, welche als Ge knorpel frei in die Gelenkhöhle hineinragen.

Wie für alle Theile des menschlichen Körp auch für den Knorpel die Zelle das Grundel welche in einer Grundsubstanz eingebettet ist. Je der Beschaffenheit dieser Grundsubstanz, welche Stellung nach mit den Intercellularsubstanzen, wie Bindegewebsfasern, rangirt, unterscheidet man Arten von Knorpeln: echte oder hyaline Knorp Faserknorpel und Netzknorpel, welche aber v fache Uebergänge untereinander zeigen.

Bei den hyalinen Knorpeln ist die Grundsubst eine homogene Masse, während sie bei den be übrigen Arten gefasert ist, und zwar so, daß bei Faserknorpel die Fasern dem Bindegewebe ähnlich während sie bei dem Netzknorpel aus elastischem webe bestehen.

Eingestreut in die Grundsubstanz befinden sich allen drei Arten Zellen, die Knorpelzellen oder Kn pellkörperchen, welche den Bindegewebskörperchen anal sind. Dieselben stellen rundliche oder ovale, häu abgeplattete oder spindelförmige Zellen dar, de Membran, Primordialschlauch, anfangs zart, du Ausscheidungen an der Oberfläche nach und n verdickt wird. Diese secundären Schichten, Knorp kapseln, verschmelzen allmählich mit der Grundsu stanz, sodaß man sie von dieser nicht mehr trenn kann. Die Vermehrung der Zellen geschieht du endogene Bildung, wobei zugleich die Grundsubst mit zunimmt, und wodurch das Wachsthum des Körp bewirkt wird.

Zu den hyalinen Knorpeln gehören die Knorpel d Kehlkopfs, mit Ausnahme des Kehldeckels und d Santorinischen Knorpel, ferner die der Luftröhre un Bronchien, der Nase, der Rippen, sowie die knorpelig Ueberzüge der Gelenkfläche der Knochen.

Die weichern und elastischern Faserknorpel finde sich weniger häufig als der hyaline Knorpel, in grö rer Menge nur in den Zwischenwirbelbändern un sonst in einigen kleinern Gebilden.

Noch beschränkter in seinem Vorkommen ist der Net knorpel, welcher von gelber Farbe, sehr weich und elastisch ist und besonders in dem Knorpel der Eusta chischen Trompete, den Ohr-, Santorinischen und Wris bergischen Knorpeln vorkommt.

Die Knorpel bleiben entweder das ganze Leben hin durch als solche bestehen und heißen dann Cartilagines permanentes, oder sie verkalken nach und nach, indem sich die Zellen und die Grundsubstanz mit Kalksalzen im prägniren, in welchem Falle sie Cartilagines ossescentes oder temporariae genannt werden. Hyaline Knorpel können auch in Faserknorpel übergehen, indem die homogene Grundsubstanz der erstern sich mit der Zeit zerfasert.

Der Knochen (Os) gehört zu den härtesten Ge bilden des Körpers und wird in dieser Beziehung nur von den Zähnen übertroffen. Er ist von gelblich weißer Farbe, sehr fest und dabei doch elastisch, und nur u

gewissen krankhaften Zuständen, wie auch im Alter, wird er spröde und bricht dadurch leicht.

Die einzelnen Knochen sind untereinander zu einem beweglichen Ganzen, dem Skelet, verbunden, welches die feste Grundlage des Körpers bildet und demselben zweckmäßig als Gerüst dient, indem es die Unterlage für sämmtliche Weichtheile abgibt. So bildet es auch Höhlen, welche den Eingeweiden und edlern Organen zum Schutz dienen und dieselben in ihrer Lage befestigen. Außerdem stellt es aber, indem seine Verbindungen, durch Bänder bewerkstelligt, beweglich sind, einen Mechanismus dar, der den activen Bewegungsorganen, den Muskeln, als Angriffspunkt dient und, so durch dieselben bewegt, zum passiven Bewegungsorgane wird.

Die Eigenschaften der Knochen sind die Folge der chemischen Bestandtheile derselben, indem in ihnen die anorganischen Substanzen vorwalten. Dieselben, die Knochenerde, machen ungefähr zwei Drittheile des ganzen Gewichts der Knochen aus und bestehen aus basisch phosphorsaurem Kalk mit Fluorcalcium, kohlensaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia und Kochsalz. Die organischen Bestandtheile dagegen, welche dem Knochen seine Biegsamkeit und Elasticität geben, bilden eine dem Knorpel ähnliche Substanz, weshalb sie auch Knochenknorpel genannt werden; derselbe ist von zahlreichen Gefäßen, Fett- und Bindegewebe durchzogen und bildet die erste Anlage und Grundlage der Knochen.

Die Knochensubstanz ist nicht nur in verschiedenen Theilen des Körpers verschieden, sondern auch in einem und demselben Knochen nicht in allen Theilen gleich. Danach unterscheidet man zwei Arten der Knochensubstanz, compacte und schwammige.

Die compacte Knochensubstanz oder Rindensubstanz (Substantia compacta oder Substantia corticalis) bildet die äußere Schicht der Knochen, ist mehr oder weniger glatt, von dichtem Gefüge und von zahlreichen, an der Oberfläche beginnenden feinen Kanälchen, in welchen die ernährenden Gefäße verlaufen, durchsetzt. Die compacte Substanz ist an den Mittelstücken der langen Röhrenknochen am dicksten, während sie gegen die Enden hin immer dünner wird und endlich an den mit Knorpel belegten Gelenken in ein feines Knochenblatt übergeht. An den breiten Knochen bildet die compacte Substanz zwei Tafeln, während sie die kurzen nur in einer sehr dünnen Lage überzieht oder, wie an den Körpern der Wirbel, ganz fehlt.

Die schwammige Knochensubstanz oder Marksubstanz (Substantia spongiosa oder Substantia medullaris) bildet das Innere der Knochen und grenzt an die compacte Substanz an. Sie besteht aus zahlreichen Knochenblättchen, die sich vielfach und in allen möglichen Richtungen kreuzen, sodaß ein Gefüge von Bälkchen und Blättchen, von Lücken und Hohlräumen durchsetzt, entsteht, das einem gewöhnlichen Badeschwamme nicht unähnlich ist. Vereinigen sich mehrere Hohlräume der schwammigen Substanz zu einer größern Höhle, wie im Innern der Röhrenknochen, so bildet diese die Markhöhle, welche mit der Markhaut ausgekleidet und vom Knochenmark erfüllt ist. Befindet sich in flachen Knochen die schwammige Substanz zwischen zwei compacten Knochenplatten, so heißt sie Diploë.

Eine Unterabtheilung der schwammigen Substanz bildet die zellige oder netzförmige Knochensubstanz (Substantia cellulosa oder Substantia reticularis), welche sich nur durch größere Feinheit der Blättchen und Bälkchen auszeichnet und vorzüglich in den Gelenkenden und kurzen Knochen vorkommt.

Was die feinere Structur der Knochen betrifft, so finden wir, daß dieselben aus einer festen Grundsubstanz bestehen, welche von den unorganischen Bestandtheilen imprägnirt ist und sich in concentrischen Schichten um die Gefäßkanälchen lagert, welche fälschlich auch Markkanälchen heißen und nach dem englischen Anatomen Clopton Havers den Namen Havers'sche Kanälchen (Canaliculi Haversiani) führen. Diese Havers'schen Kanälchen finden sich in allen Knochen und fehlen nur in sehr dünnen Knochenblättchen, wie in der Lamina papyracea des Siebbeins. In den langen Röhrenknochen laufen sie mit der Längsachse parallel.

Zwischen den Lamellen dieser concentrischen Schichten der Grundsubstanz sieht man unter dem Mikroskop gleichmäßig vertheilt zahlreiche Lücken und Hohlräume, die sogenannten Knochenkörperchen (Corpuscula ossium oder Lacunae ossium) von spindel- oder linsenförmiger Gestalt, deren Größe 0,01—0,24‴ in der Länge, 0,003—0,006″ in der Breite und 0,002—0,004″ in der Dicke beträgt. Derartige Knochenkörperchen, die stets mit ihrer Breitseite den Oberflächen der Lamellen parallel stehen, kommen im Mittel 900 auf ein Quadrat-Millimeter. Von diesen Knochenhöhlen strahlen nach allen Seiten hin zahlreiche feine hohle Fortsätze aus, die entweder mit denen benachbarter Knochenkörperchen anastomosiren, oder in die Havers'schen Kanälchen einmünden, auch in offener Verbindung mit den Hohlräumen der schwammigen Substanz stehen und frei, selten blind, an den Oberflächen der Knochen endigen. Stoßen sie, wie an den Gelenkenden, auf einen Knorpelüberzug, so gehen die einzelnen Kanälchen an der Grenze bogenförmig ineinander über. Diese Fortsätze heißen Knochenkanälchen (Canaliculi ossium, früher corpuscula chalcophora) und bilden ein zusammenhängendes System von feinen Röhrchen im Knochen, in welchen die aus den Blutgefäßen stammende Ernährungsflüssigkeit in alle Theile des Knochengewebes verbreitet wird.

Die Grundlage für diese Gebilde geben die Knochenzellen ab, welche im Innern der Knochenkörperchen liegen und dieselben entweder ganz oder nur zum Theil ausfüllen. Sie sind kleine, rundliche oder plattgedrückte Zellen, welche kernhaltig sind und aus einer dünnen Membran bestehen, die nach einigen auch die Knochenkanälchen auskleiden, nach andern wiederum keine Fortsätze in dieselben schicken soll.

Ein für die Existenz des Knochens wesentliches Attribut bildet die Beinhaut oder Knochenhaut (Periosteum). Dieselbe ist eine feste, fibröse, aus fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern bestehende Haut, welche den Knochen überall, mit Ausnahme der durch Knorpel überzogenen Gelenkenden und der Stellen, an welchen sich Muskeln und Bänder anfetzen, überzieht. Im Gegensatz zu der die Markhöhle auskleidenden Haut, dem sogenannten Periosteum internum, wird die Beinhaut auch Periosteum externum genannt.

Die Knochenhaut ist sehr reich an Gefäßen und Nerven, und indem sie von jenen zahlreiche Zweige an den Knochen abgibt, ist sie die Erhalterin desselben. Auch Nerven erhält der Knochen von der Beinhaut. Durch die Havers'schen Kanälchen dringen die arteriellen Blutgefäße durch die compacte bis in die schwammige Substanz, wo sie mit den durch die Ernährungsöffnungen (Foramina nutritia) — welche sich an der Oberfläche der Knochen befinden und Kanäle in dessen Inneres senden — in das Mark gelangten und von da wiederum in den Knochen eingedrungenen Blutgefäßen anastomosiren.

Das Knochenmark (Medulla ossium) ist eine sehr

weiche gelbliche Masse, welche die Markhöhle der Knochen ausfüllt. Dieselbe besteht vorwiegend aus Fettzellen, welche von einem spärlichen, sehr gefäßreichen Bindegewebe durchsetzt sind, das gegen den Knochen zu dichter wird, ohne aber eine eigentliche, zusammenhängende Membran zu bilden, dennoch aber den Namen der Markhaut oder innern Beinhaut (Endosteum oder Periosteum internum) erhält.

Außer den Blutgefäßen, Arterien und Venen wollen einige auch Lymphgefäße in den Knochen entdeckt haben, was von andern jedoch verneint wird. Die Venen begleiten zum Theil die größern Arterien, zum Theil laufen sie aber auch für sich, namentlich die feinern Zweige, aus dem Knochen zur Beinhaut. Die Nerven verlaufen, und zwar ziemlich zahlreich, mit den größern Gefäßen, und dringen bis in die schwammige Substanz, während sie durch die Foramina nutritia bis in die Markhöhle gelangen.

In Bezug auf die Entstehung unterscheidet man zwei Arten von Knochen, primäre, welche aus einer knorpeligen Anlage hervorgehen, und secundäre, welche sich aus einem weichen Blastem herausbilden. Die meisten Knochen entstehen auf die erste Art, während der bei weitem kleinste Theil seinen Ursprung der zweiten Art verdankt.

Nach ihrer Form unterscheidet man lange, platte und dicke Knochen.

Die langen Knochen (Ossa longa), auch Röhrenknochen oder cylindrische Knochen (Ossa cylindrica) sind vorwiegend nach der Längsrichtung ausgebildet, sodaß sie das Aussehen einer Röhre haben und sich überall da vorfinden, wo schnelle und ausgiebige Bewegungen hervorgebracht werden sollen. Man unterscheidet an ihnen ein Mittelstück (Corpus oder Diaphysis) und zwei Endstücke (Extremitates oder Apophyses).

Das Mittelstück ist meist von prismatischer oder cylindrischer Form, besteht fast nur aus Rindensubstanz und hat in seinem Innern eine mit Knochenmark ausgefüllte Höhle.

Die Endstücke schwellen an, sind weniger compact, indem sie fast nur aus schwammiger Substanz bestehen, welche von einer dünnen Schicht Rindensubstanz überkleidet wird, und dienen mit Knorpel bedeckt als Gelenkflächen. Im jugendlichen Zustande sind sie behufs des Wachsthums durch Knorpel mit dem Mittelstück verbunden und heißen dann Epiphysen (Epiphyses), später verknöchern dieselben jedoch, sodaß sie dann mit der Diaphyse ein Stück bilden.

Die platten oder breiten Knochen (Ossa plana oder Ossa lata) sind vorzugsweise in der Flächenrichtung ausgebildet. Sie dienen besonders zur Bildung von Höhlen, um wichtige Organe, wie das Gehirn, die Beckenorgane u. s. w. aufzunehmen, oder zu Anheftung vieler und starker Muskeln. Sie werden aus zwei compacten Knochentafeln gebildet, zwischen welchen sich schwammige Knochensubstanz, die sogenannte Diploë befindet. Werden lange Knochen mit zur Höhlenbildung verwendet, so zeigen sie eine breitgedrückte Form, wie die Rippen, welche die Brusteingeweide umfassen und schützen.

Die dicken Knochen (Ossa brevia oder Ossa multiformia) sind meist kurz und unregelmäßig vielseitig. Sie finden sich immer in größerer Zahl beieinander vor und werden da verwendet, wo neben einer bedeutenden Festigkeit, doch ein gewisser Grad von Beweglichkeit bezweckt wird, was dadurch erreicht wird, daß mehrere an sich nur wenig bewegliche Knochenstücke zu einer beweglichen Reihe vereinigt werden; wie wir bei der Wirbelsäule, bei den Hand- und Fußwurzelknochen finden. Diese Knochen bestehen nur aus schwammiger Substanz und sind von einer dünnen Schicht Rindensubstanz überzogen.

An jedem Knochen finden sich bestimmte Flächen, Winkel, Ränder, Erhabenheiten und Vertiefungen, welche besondere Namen führen.

Fläche (Superficies) wird jede den Knochen begrenzende Ebene genannt. Ist dieselbe mit Knorpel überzogen und dient als Gelenkfläche, so heißt sie Superficies articularis oder Superficies glenoidea.

Ein Winkel (Angulus) wird gebildet, wo zwei Knochenflächen mehr oder weniger scharf aneinander stoßen.

Unter Rand (Margo) versteht man die Begrenzung breiter Knochen. Derselbe kann sehr verschieden gestaltet sein.

Die Erhabenheiten sind sehr verschieden und werden nach ihrer Form bezeichnet mit: Kopf (Caput), Köpfchen (Capitulum), Gelenkkopf (Condylus), wobei noch oft ein Hals (Collum) in Betracht kommt, Höcker (Tuber, Tuberositas oder Trochanter), Höckerchen (Tuberculum), Erhabenheit (Protuberantia), Stachel (Spina), Ast (Ramus), Fortsatz (Processus), Leiste oder Kamm (Crista), Linie (Linea).

Die Vertiefungen führen folgende Namen: Grube (Fovea, rundlich, Fossa, rinnenartig), Eindrücke (Impressiones), Furche (Sulcus), Einschnitt (Incisura), Spalte (Fissura), Loch (Foramen), Kanal (Canalis).

Die Verbindung des Knochens (Conjunctio ossium oder Nexus ossium) findet auf die verschiedenste Art und Weise statt. Eine sehr anschauliche Uebersicht von den verschiedenen Vereinigungen gibt uns Bock, der wir ihrer leichten Faßlichkeit wegen hier folgen. Nach demselben hat man zu unterscheiden.

I. Die unbewegliche Verbindung (Synarthrosis).

A. Unmittelbare Synarthrose.

a. Naht (Sutura), wobei die Zacken des einen Knochenrandes in Vertiefungen des andern stecken, wie dies zwischen den Kopfknochen vorkommt.

α. Wahre Naht (Sutura vera), bei welcher die Zacken deutlich ausgeprägt sind. Sie ist:

1. Zahnnaht (Sutura dentata), wenn die Zacken parallel laufende lange Spitzen bilden, wie z. B. bei der Pfeilnaht (Sutura sagittalis) des Schädels.

2. Sägennaht (Sutura serrata), wenn die Zacken kleiner sind und mit ihren Spitzen schräg übereinander liegen, wie bei der Kranznaht (Sutura coronalis).

3. Zweignaht (Sutura limbosa), wenn die einzelnen Zacken seitwärts wieder verzweigt sind, wie bei der Lambdänaht (Sutura lambdoidea).

β. Falsche Naht (Sutura spuria oder notha), bei welcher die aneinanderliegenden Knochenränder ohne merkliche Vertiefungen nur rauh sind. Sie ist:

1. Schuppennaht (Sutura squamosa), wenn der eine Knochenrand schuppenartig über den andern weggeschoben ist, wie bei der Schuppe des Schläfenbeins.

2. Anlagerung (Harmonia), wenn nur rauhe Ränder aneinanderstoßen, wie bei verschiedenen Gesichtsknochen.

b. Einkeilung (Gomphosis), wobei ein Knochen wie ein Keil oder Nagel in den andern eingelassen ist, wie die Zähne in die Kiefer.

B Mittelbare Synarthrose.

a Knorpelhaft, Knorpelfuge (Synchondrosis oder Symphysis), wobei zwischen zwei Knochenflächen ein Knorpel eingeschoben ist, wie an der Verbindung des Kreuzbeins mit dem Darmbeine.

b Bandhaft (Syndesmosis), wobei zwei Knochen durch kurze, straff von einem zum andern gezogene Bänder vereinigt sind.

II Die bewegliche Verbindung, Gelenkverbindung (Diarthrosis).

A Straffes Gelenk (Amphiarthrosis). Dasselbe entsteht, wenn zwei sich berührende Knochen nur wenig aneinander hin- und hergleiten können, wie bei den Hand- und Fußwurzelknochen.

B. Roll- oder Drehgelenk (Rotatio oder Trochoides), wobei sich ein Knochen nur in einem halben oder drittel Kreise entweder um seine eigene Achse oder um die ihm parallel liegende eines andern Knochens bewegt.

C. Winkel-, Charnier- oder Gewerbegelenk, Gewinde (Ginglymus). Dasselbe besteht darin, daß sich ein langer Knochen mit seinem Ende an dem eines andern immer nur in einer Ebene bewegt, wie die Fingerglieder und der Vorderarm am Oberarm.

D. Sattelgelenk. Dasselbe wird dadurch gebildet, daß die Gelenkflächen in einer Richtung convex und in der darauf senkrechten concav gekrümmt sind, sodaß die sich berührenden Knochen in zwei aufeinander senkrechten Ebenen beweglich sind, wie das Brustbein-, Schlüsselbeingelenk und wie das Handwurzel-, Mittelhandwurzelgelenk des Daumens.

E Freies Gelenk (Arthrodia). Dasselbe erlaubt eine Bewegung nach allen Richtungen hin, und entsteht dadurch, daß ein kugelig gekrümmter Gelenkkopf in eine gleich gekrümmte Vertiefung eingreift. Ist diese Grube sehr tief, daß sie den Gelenkkopf weit umgreift, wie die Pfanne den Schenkelkopf, so nennt man dies ein Nußgelenk (Enarthrosis).

Abgesehen von der Form der Gelenkenden, hängt die Beweglichkeit derselben auch von dem dabei befindlichen Bandapparat ab, der seine größte Ausbildung bei der Diarthrose erlangt. Wir finden hier zunächst die fibrösen Kapselbänder (Ligamenta capsularia) aus fibrillärem Bindegewebe, welche wie ein mehr oder weniger straffer Schlauch von einem Gelenkende zum andern gehen und so die Gelenkhöhle umschließen. Ausgekleidet sind sie mit der Synovialhaut (Membrana synovialis), welche aus Bindegewebs- und elastischen Fasern mit wenigen Gefäßen und Nerven besteht. An ihrer freien, nach den Gelenkhöhlen zugekehrten Fläche ist die Synovialhaut mit einem einfachen oder mehrschichtigen Pflasterepithelium überzogen.

Von der Synovialhaut wird die Gelenkschmiere (Synovia), eine dicke, klebrige, blaßgelbliche, eiweißreiche Flüssigkeit, abgesondert, welche dazu dient, die Reibung der Gelenkenden, welche an sich schon durch den dieselben überziehenden Knorpel wesentlich verringert ist, noch mehr zu mindern.

Außer den Kapselbändern finden sich auch noch Hülfsbänder oder Faserbänder (Ligamenta accessoria oder Ligamenta fibrosa), welche über das Gelenk hinweg von einem Knochen zum andern gehen und zur Verstärkung der Kapselbänder dienen. Sie befestigen die Verbindungen und schränken die Beweglichkeit der Gelenke zum Theil ein. Sie bestehen aus Bindegewebssträngen von großer Festigkeit und unterscheiden sich als äußere Hülfsbänder (Ligamenta accessoria externa), welche meist mit den Kapselbändern verwachsen sind, und als innere Hülfsbänder (Ligamenta accessoria interna), welche sich jedoch nicht an allen Gelenken finden und in der Gelenkhöhle, nur von der Synovialhaut überzogen, liegen.

An manchen Gelenken finden sich außer den knorpeligen Gelenküberzügen auch noch Zwischen- oder Schaltknorpel (Cartilagines interarticulares oder Menisci). Dieselben sind faserknorpelige Scheiben, welche in einigen Gelenkhöhlen den Gelenkflächen parallel liegen und hier elastische Unterlagen bilden, die entweder Reibung und Stoß vermindern oder die Gelenkflächen vergrößern oder vertiefen sollen. Die äußern Ränder verwachsen mit dem Kapselbande, und so wird, wenn die Verwachsung vollständig ist, die Gelenkhöhle in zwei voneinander abgesonderte Räume getrennt, von denen jeder seine eigene Synovialhaut hat, die auch den Zwischenknorpel mit überzieht.

4. Muskelsystem.

Die Muskeln (Musculi) sind die Organe, welche die Bewegung im thierischen Körper hervorbringen. Sie werden, im Gegensatz zu den Knochen, welche die passiven Bewegungsorgane sind, und die ihnen meist zum Ursprung und Ansatz dienen, die activen genannt. Sie bilden räumlich den Haupttheil des Körpers und haben die Fähigkeit, auf Geheiß des Willens, oder durch andere Reize veranlaßt, sich zusammenzuziehen, wobei sie ihre Gestalt verändern, indem sie kürzer und so ihre Endpunkte einander genähert werden, wodurch die Distanz zwischen beiden kleiner wird, während das Volumen sich nur wenig verringert, da die Muskeln das, was sie an Länge einbüßen, an Umfang wieder gewinnen.

Die Muskeln sind von weicher Consistenz, feucht und von heller oder dunkelrother Farbe, je nach der Massenhaftigkeit der Substanz, und stellen so das Fleisch (Caro) dar. Zusammengesetzt werden sie aus gröbern Bündeln (Fasciculi musculares), welche ziemlich parallel nebeneinander liegen und nur selten im Winkel aneinanderstoßen. Diese mit bloßem Auge wahrnehmbaren Bündel, welche von Bindegewebshüllen umgeben sind, die mit der den ganzen Muskel umgebenden gemeinschaftlichen Umhüllung (Vagina musculi) im Zusammenhange stehen, zerfallen wiederum in feinere Bündel, welche aus den sogenannten Muskelfasern (Fibrae musculares) bestehen. Von diesen unterscheidet man wiederum zwei Arten: die quergestreiften und die glatten Muskelfasern.

Die quergestreiften Muskelfasern, auch Muskelprimitivbündel genannt, kommen in allen durch den Willen bewegbaren, den animalischen Muskeln, ohne Ausnahme vor, sowie in einigen nicht von dem Willen abhängigen Muskeln, wie im Herzfleisch und dem obern Drittheil der Speiseröhre. Sie zeichnen sich besonders durch eine Querstreifung aus, welche die ganze Faser durchsetzt. Ihre Dicke wechselt sehr und schwankt zwischen 0,25‴ und 0,005‴. Ueber die Länge der Fasern sind noch die Meinungen getheilt. Nach der einen sollen, wenn auch nicht in allen, so doch in sehr vielen Fällen die Fasern die Länge des Muskels haben, dem sie angehören, nach der andern soll diese Länge geringer sein als die des betreffenden Muskels, sodaß sich mehrere Fasern aneinanderreihen müssen, um die Länge des Muskels hervorzubringen. An ihren Enden laufen die Muskelfasern spitz zu, oder, was auch vorkommt, dieselben spalten sich und greifen so ineinander.

Eine solche Muskelfaser besteht aus einer struc-

losen, sehr dünnen Hülle (Sarcolemma, oder Myolemma), welche der Zellenmembran entspricht und die nur an den Muskelfasern des Herzens fehlen soll. In dieser Hülle befindet sich ein Inhalt, welcher die eigentliche contractionsfähige Substanz bildet und dem das quergestreifte Ansehen eigen ist. Die Frage, woher dasselbe rühre, ist noch unbeantwortet, und verschiedene Hypothesen suchen diesselbe zu lösen. Außerdem zeigen die quergestreiften Muskelfasern noch eine Längsstreifung, davon herrührend, daß der Inhalt nochmals in der Längsrichtung in höchst feine parallelliegende Fäserchen gespalten ist, die Primitivfasern oder Muskelfibrillen genannt werden. An der innern Fläche des Sarkolems finden sich auch noch in regelmäßigen Abständen längliche Kerne, Sarkolemkerne, die Ueberbleibsel der frühern Zellenkerne.

Die glatten Muskelfasern, auch muskulöse oder contractile Faserzellen genannt, kommen nur da vor, wo vom Willen unabhängige Bewegungen stattfinden, mit Ausnahme des Herzens und des obern Drittheils des Oesophagus, wie schon oben erwähnt wurde. Sie treten nie in so großen Massen auf, wie die quergestreiften Muskelfasern, und bilden stets einen integrirenden Bestandtheil anderer Organe, als welcher sie den Namen organische Muskeln führen. Dieselben finden sich in den Muskelhäuten des Verdauungskanales vom untern Drittheil der Speiseröhre angefangen bis zum After, ferner in den Harnleitern, der Harnblase, den Samenbläschen und der Gebärmutter, sowie in der Iris, der Gefäßhaut des Auges, in den Bronchien der Lunge bis in deren feinste Verzweigungen, den Ausführungsgängen vieler Drüsen, in den Blutgefäßen, der Brustwarze, der Fleischhaut des Hodens und endlich in der Lederhaut, soweit dieselbe behaart ist, indem die Muskelfasern zu ein bis zwei Bündeln vereinigt sich daselbst an die Haarbälge ansetzen und die Talgdrüsen umfassen.

Die glatten Muskelfasern sind spindelförmige, cylindrische oder leicht abgeplattete, rhombenförmige Fasern, die stets nur einen Kern enthalten und vollständige Zellen darstellen, die eine Länge von 0,02‴ bis 0,04‴ und eine Breite von 0,002‴ und darüber besitzen. Zellenmembran und Inhalt sind innig miteinander verschmolzen und lassen nur selten einen Unterschied erkennen. Von den quergestreiften Muskelfasern unterscheiden sie sich zunächst durch den Mangel der Querstreifung und dann durch die bedeutend größere Kürze und Schmalheit.

Die contractilen Faserzellen können entweder einzeln und zerstreut vorkommen, oder sie werden gleichfalls durch lockeres Bindegewebe, dem elastische Fasern beigemischt sind, zu Muskelbündeln vereinigt und bilden dann entweder glatte Stränge oder Muskelhäute, wie wir sie vorzugsweise und besonders entwickelt im Verdauungskanal finden.

Behufs seiner Ernährung, die bei der starken Thätigkeit eine sehr ergiebige sein muß, besitzt der Muskel zahlreiche Blutgefäße, die in geradem Verhältnisse zur Größe desselben stehen. Dagegen sind Lymphgefäße nur spärlich vorhanden und fehlen an kleinern Muskeln gänzlich.

Nerven, die die Thätigkeit des Muskels anregenden Organe, kommen in jedem Muskel vor, stehen aber in keinem Verhältniß zur Größe desselben, denn kleine Muskeln können sehr zahlreiche Nerven besitzen, während umgekehrt große nur wenige haben. Ueber die Endigung der Nervenfasern in den Muskeln sind die Meinungen noch sehr getheilt und herrschen darüber vielfache, sich oft widersprechende Ansichten. Empfindungsnerven besitzt der Muskel nur wenige.

Außer nach ihren histologischen Eigenschaften, je nachdem quergestreifte oder glatte Fasern vorhanden sind, oder nach ihren physiologischen, wobei die willkürliche oder unwillkürliche Thätigkeit ins Auge gefaßt wird, kann man die Muskeln nach ihrer makroskopischen Erscheinung eintheilen. Man unterscheidet danach zwei Hauptgruppen, und zwar solide und hohle Muskeln.

Die soliden Muskeln unterscheiden sich wiederum je nach der Dimension, in welcher sie vorzugsweise ausgebildet sind. Danach hat man:

Lange Muskeln (Musculi longi), bei welchen besonders die lineare Ausdehnung vorherrscht. Dieselben können wiederum einfache, in denen die mehr od. weniger parallel laufenden Fasern gemeinschaftlich entspringen und auch so wieder enden, oder zusammengesetzte sein, je nachdem sie entweder getrennte Ursprungs- oder Ansatzstellen haben. Die langen Muskeln kommen vorzugsweise an den Extremitäten vor.

Breite oder Flächenmuskeln (Musculi lati) mit vorwaltender Ausdehnung in die Länge und Breite. Es sind meist dünne, flache Muskeln, die in größerer Ausdehnung oder mit einzelnen Zacken von den Knochen entspringen.

Dicke Muskeln (Musculi crassi), bei welchen weniger die Längsrichtung vorherrscht, dagegen die Breite und namentlich die Mächtigkeit stärker ausgebildet ist.

Schließ- oder Ringmuskeln (Musculi orbiculares oder Sphincteres), welche aus kreisförmig nebeneinandergelagerten Fasern bestehen, meist von geringer Mächtigkeit sind und gewisse natürliche Oeffnungen des Körpers, die sie durch ihre Zusammenziehung verschließen können, umgeben. Dieselben nähern sich den unwillkürlichen Muskeln und stehen auch nicht immer mit Knochen in Verbindung, wie z. B. der Schließmuskel des Mundes.

Die Hohlmuskeln sind meist unwillkürliche Muskeln. Sie kommen in so großen Massen vor wie die andern Muskeln und bilden meist Häute, oft von großer Flächenausdehnung. Nur im Herzen tritt uns ein soliderer Hohlmuskel entgegen.

An den willkürlichen Muskeln unterscheidet man wiederum verschiedene Theile, und zwar:

Den Kopf (Caput), das obere Ende, welches sich an einen festen oder relativ festern Punkt, den Ursprungs- oder Befestigungspunkt (Punctum fixum oder adhaesionis, Origo) anheftet;

den Bauch (Venter), den mittlern fleischigen Abschnitt, der die eigentlichen muskulösen Massen vorstellt; und

den Schwanz (Cauda), das untere Ende, welches sich an einen beweglichen Punkt, den Ansatzpunkt (Punctum mobile oder insertionis), der durch die Zusammenziehung der Muskelfasern dem Ursprungspunkte genähert wird und so die passive Bewegung hervorbringt, ansetzt.

Hat ein Muskel mehr als einen Kopf, so heißt er mehrköpfig (zwei- oder dreiköpfiger u. s. w. Muskel, Musculus biceps oder triceps u. s. w.); sind die Köpfe zackenförmig, so heißen sie Zähne (Dentationes oder Digitationes); ist der Bauch dagegen getheilt, so heißt der Muskel mehrbäuchig (Digastricus oder Biventer). Setzen sich die Muskelfasern nicht parallel zusammen, sondern treten sie schräg an eine Sehne heran, so wird der Muskel, wenn die Fasern zu beiden Seiten der Sehne liegen, diese also zwischen sich fassen, gefiedert (Musculus pennatus) genannt; inseriren sie sich dagegen nur an einer Seite der Sehne, so heißt der Muskel halbgefiedert (Musculus semipennatus). Auch die Ansätze können getrennt sein, in welchem Falle man dann einen mehrschwänzigen

Muskel (Musculus bicaudatus oder tricaudatus u. s. w.) unterscheidet.

Auch nach ihrer Wirkung werden die Muskeln eingetheilt; danach unterscheidet man:

1) Zusammenwirkende Muskeln (Socii), welche, gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt, eine gemeinschaftliche Bewegung hervorbringen.

2) Gegenwirkende Muskeln (Antagonistae), welche, an entgegengesetzten Punkten liegend, in Thätigkeit gesetzt, auch eine entgegengesetzte Wirkung hervorbringen, wie z. B. Beuger und Strecker. Contrahiren sie sich gleichzeitig, so heben sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig auf.

Muskeln, welche Theile in der Längenrichtung einander nähern, heißen Beuger (Flexores), dagegen Strecker, wenn sie die Theile in derselben Richtung voneinander entfernen.

Nähern die Muskeln die einzelnen Theile der Mittellinie des Körpers oder der Mittellinie eines Gliedes, so werden sie Anzieher (Adductores) genannt, entfernen sie dieselben dagegen von der Mittellinie, so heißen sie Abzieher (Abductores). Muskeln, welche einen Theil um seine eigene Achse oder um einen andern Theil als Achse in einem mehr oder weniger großen Kreisabschnitt bewegen, führen den Namen Rollmuskeln (Rotatores), und zwar, wenn die Bewegung nach innen, nach der Mittellinie des Körpers zu stattfindet, Vorwärtsdreher (Pronatores), Rückwärtsdreher (Supinatores) dagegen, wenn die Bewegung nach außen hin ausgeführt wird.

Mit den Muskeln stehen eine Anzahl von Hülfsorganen in Verbindung, die zum größten Theil aus Binde- und elastischem Gewebe bestehen und deren Bedeutung in der mechanischen Wirkung derselben beruht. Es sind:

1) Fibröse Hülfsorgane. Ihrer Hauptmasse nach bestehen dieselben aus Bindegewebsfasern, die zu einem dichten und festen Ganzen sich vereinen und so mit einer gewissen Beugsamkeit eine große Haltbarkeit verbinden. Je nach der Form, in welcher diese fibrösen Hülfsorgane sich zeigen, unterscheidet man:

a) Flechsen, Sehnen (Tendines). Dieselben stellen strangförmige Organe dar, welche die Endpunkte der Muskeln mit den Knochen verbinden. Durch dieselben kann der Muskel auf sehr weit von seinem Ursprunge gelegene Punkte wirken und leicht eine andere Richtung durch Rollen (Retinacula) gegen den zu bewegenden Theil erhalten.

b) Fibröse Häute (Aponeuroses Fasciae, Tunicae fibrosae). Diese bilden breite, dünne Sehnen, welche an den Enden flacher Muskeln vorkommen, oder sie stellen sehnige Häute dar, welche theils alle Muskeln eines Gliedes oder größere Muskelpartien und auch einzelne Muskeln einhüllen, um diese besser in ihrer Lage zu erhalten, theils aber auch Muskeln zum Ursprung dienen. Die Scheidewände, welche von den die Muskeln umgebenden Häuten zwischen die einzelnen Muskelgruppen eindringen und sich an den Knochen anheften, heißen Zwischenmuskelbänder (Ligamenta intermuscularia).

c) Fibröse Sehnenscheiden (Vaginae tendinum fibrosae). Dieselben bilden Kanäle, in denen die Flechsen geschützt und in unverrückbarer Richtung laufen; sie hängen mit der Knochenhaut zusammen und sind mit einer Synovialblase ausgekleidet.

2) Faserknorplige Platten, Scheiden oder Rinnen. Dieselben haben zum Zweck, die Reibung der Sehnen zu verhindern; sie befinden sich deshalb da, wo diese dicht über Knochen gehen und eine veränderte Richtung erhalten.

3) Synovialblasen. Dieselben sind in ihrem Bau und in ihrem Zweck ganz den Synovialhäuten der Gelenke analog und kommen da vor, wo Muskeln oder Sehnen an Knochen, Knorpeln, faserknorpeligen Scheiden aneinander hin- und hergleiten, damit dieselben sich nicht gegenseitig reiben. Man unterscheidet zwei Arten von Synovialblasen:

a) Schleimbeutel (Bursae mucosae oder Bursae synoviales), welche einfache rundliche, mit Gelenkschmiere (Synovia) gefüllte Kapseln darstellen. Dieselben liegen meist zwischen Knochen und Muskeln oder zwischen Knochen und Sehnen und dienen den letztern vorzugsweise als elastische Unterlage, um namentlich bei Bewegungen die Reibungen der Theile aneinander zu verringern.

b) Schleimscheiden der Sehnen (Vaginae tendinum mucosae oder Vaginae tendinum synoviales), welche längliche, cylinderförmige, mit Synovia gefüllte Schläuche bilden, durch welche ein Kanal läuft, in welchem die Sehne liegt, sodaß sie mit Leichtigkeit ohne große Reibung in demselben hin- und herbewegt werden kann.

5. Gefäßsystem.

Gefäße (Vasa) im weitern Sinne heißen alle im Körper vorkommenden häutigen Röhren, welche Flüssigkeiten führen. Dieselben sind vielfach verzweigt und unterscheiden sich je nach ihrem Inhalt in Blut-, Lymph-, Chylus-, Gallen-, Samen- u. s. w. Gefäße. Im engern Sinne versteht man unter Gefäßen dagegen nur die Blut- und Lymphgefäße.

Die Blutgefäße (Vasa sanguifera) bilden ein geschlossenes Röhrensystem und stehen alle miteinander in Verbindung. In ihnen befindet sich das Blut, welches durch die Thätigkeit des Herzens, das den Mittelpunkt des Gefäßsystems bildet, in einer ununterbrochenen Bewegung, dem Kreislauf, und zwar dem großen und kleinen Kreislauf, erhalten wird.

Man unterscheidet drei Arten von Blutgefäßen: Puls- oder Schlagadern (Arteriae), Blutadern (Venae) und Haargefäße (Vasa capillaria).

Die Pulsadern führen das Blut vom Herzen zu allen Theilen des Körpers. Die Blutadern leiten dasselbe wieder zum Herzen zurück, während die Haargefäße die feinsten Verzweigungen darstellen, welche die Verbindung zwischen Arterien und Venen vermitteln.

Die Lymphgefäße (Vasa lymphatica, auch Vasa absorbentia oder resorbentia), stehen mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung und führen eine weißliche Flüssigkeit, die Lymphe, welche sie in das Venenblut ergießen. Eine Unterabtheilung der Lymphgefäße bilden die Chylusgefäße (Vasa chylifera), welche den Speisesaft (Chylus) führen.

Alle Gefäße sind cylindrische Röhren, deren runde Oeffnungen (Lumina) sehr verschieden große Durchmesser haben. Von einem gemeinsamen Stamme (Truncus) ausgehend, verzweigen sie sich in die feinsten Aeste, deren Gesammtquerschnitt jedoch größer ist als der des Stammes.

Verbindungen von Gefäßen gleicher Art, also von Arterien mit Arterien und Venen mit Venen u. s. w., finden vielfach statt. Dieselben heißen:

1) Zusammenmündungen (Anastomoses), wenn zwei Gefäße unmittelbar ineinander übergehen.

2) Adernetz (Rete vasculosum), wenn mehrere kleine Gefäßzweige in verschiedenen Richtungen zusammentreten.

3) Adergeflecht (Plexus vasculosus), wenn mehrere in paralleler Richtung nebeneinanderlaufende Gefäße durch Anastomosen unter sich in Seitenverbindungen stehen.

Alle Gefäße, mit Ausnahme der Capillaren, bestehen aus concentrischen Schichten, von welchen man bei Arterien und Venen drei Lagen unterscheidet, und zwar:

a) Die innere Gefäßhaut (Tunica intima, auch Tunica glabra vasorum), welche aus elastischen Fasern besteht, die in der Längsrichtung des Gefäßes aneinander gelagert sind. Auf der freien Innenfläche ist die Tunica intima mit Pflasterepithel bedeckt.

b) Die mittlere Gefäßhaut, Ringfaserhaut (Tunica media). Dieselbe enthält vorzugsweise glatte Muskelfasern, welche senkrecht zur Längsrichtung an der Gefäßwand verlaufen. Außerdem finden wir hier noch elastische Fasernetze sowie auch Bindegewebe, Gefäße und Nerven.

c) Die äußere Gefäßhaut (Tunica externa oder Tunica adventitia). Diese besteht vorzugsweise aus Bindegewebe mit elastischen Fasernetzen, welche mit einem reichlichen Capillargefäßnetz versehen und durch lockeres Bindegewebe mit den benachbarten Organen verbunden sind.

Die kleinern Blutgefäße, welche die größern behufs der Ernährung derselben umstricken, heißen Gefäße der Gefäße (Vasa vasorum) und entspringen stets von benachbarten Gefäßen, aber niemals von dem zu ernährenden Gefäße selbst, und durchsetzen die äußere und mittlere Gefäßhaut, um an der äußern Fläche der innern Haut zu endigen.

Außer diesen allgemeinen Eigenschaften finden sich an einzelnen Theilen des Gefäßsystems auch noch besondere, die bestimmte Provinzen charakterisiren.

Den Centralpunkt des ganzen Gefäßsystems bildet das Herz (Cor), ein hohler Muskel aus quergestreiften Fasern, die jedoch, wie schon oben erwähnt, nicht unter dem Einflusse des Willens stehen. Dieselben treten zu schmalen Bündeln zusammen, die sich wiederum in der verschiedensten Weise und in oft sehr verschlungenen Bahnen untereinander kreuzen. Zwischen den einzelnen Fasern findet sich ein spärliches Bindegewebe. Das Herz stellt einen hohlen Muskel dar, welcher durch verschiedene Scheidewände in mehrere Abtheilungen, die beiden Herzkammern mit ihren Vorhöfen, getheilt wird. Ausgekleidet wird das Herz durch eine durchsichtige oder mattweiße Haut, das Endocardium, welche alle Theile des Herzinnern überzieht und an einigen Stellen, den Einmündungen der Vorhöfe in die Kammern und an den Austrittspunkten der Schlagadern, Falten, die sogenannten Herzklappen, bildet. Das Endocardium läßt drei Schichten erkennen, eine innere aus ein- oder mehrfachem Pflasterepithelium, sodann eine Schicht elastischer Fasern und eine äußere unmittelbar an die Muskulatur angrenzende aus Bindegewebe, welche mit reichlichen elastischen Fasern durchsetzt ist. Außerdem finden sich im Herzfleische noch ernährende Gefäße sowie kleine Ganglien und Nervenfäden.

Die Schlag- oder Pulsadern (Arteriae) entspringen aus dem Herzen. Sie sind, da sie einen stärkern Druck als die übrigen Gefäße auszuhalten haben, auch mit viel dickern Wänden versehen als diese, namentlich ist die Ringfaserhaut stark entwickelt. Je nach der Größe zeigen die Arterien einen verschiedenen Bau, und kann man große, mittlere und kleinere Arterien unterscheiden, welche letztern sich besonders dadurch auszeichnen, daß in der äußern Haut die elastischen Fasern fehlen.

Die Haargefäße (Vasa capillaria) vermitteln den Uebergang von den Arterien zu den Venen; sie bilden in allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme des Horngewebe, mehr oder weniger dichte Gefäßnetze, je nach der Energie des Stoffwechsels in denselben, und gehen allmählich aus den sich immer mehr theilenden feinsten Arterien hervor.

Die Capillargefäße zeigen nicht verschiedene Schichten in ihrem Bau, sondern sie bestehen aus einer einfachen structurlosen, wasserhellen, zarten Haut, zu Schläuchen aneinandergereihten Zellenmembranen, an deren Innenfläche oder an deren Wand man noch in größern oder geringern Zwischenräumen längliche und ovale Kerne findet. Diese Capillargefäßhaut ist die unmittelbare Fortsetzung der Tunica intima der größern Gefäße und besitzt an ihrer Innenfläche auch kein Epithel.

Die Blutadern (Venae) nehmen ihren Ursprung aus den Haargefäßen, indem dieselben zu größern Gefäßchen sich vereinigen, die wiederum miteinander anastomosiren, bis sie die großen Venenstämme zusammensetzen.

Da der Druck in den Venen geringer ist als in den Arterien, so sind deren Wände auch dünner und schlaffer als die der Arterien, die Ringfaserhaut ist weniger mächtig und eigentliche elastische Häute fehlen fast ganz. An manchen Stellen bildet die innere Haut halbmondförmige, taschenähnliche Duplicaturen, deren je zwei einander so gegenüberstehen, daß die freien Ränder centripetal gerichtet sind, sodaß sie, wenn der Blutstrom staut, aufgebläht werden. Nicht in allen Venen befinden sich diese Klappen, sondern nur an denjenigen Stellen, wo das Blut durch die Schwere der Bluthäute oder durch Druck leicht zurückfließen könnte.

Die Lymphgefäße, Saugadern (Vasa lymphatica oder Vasa resorbentia) gleichen in ihrem Bau sehr den Venen, nur daß sie noch dünner und zarter sind. Sie bilden kein in sich zurücklaufendes Röhrensystem, denn während sie in fast allen Theilen des Körpers mit noch unbekannten Anfängen entspringen, ergießen sie ihren Inhalt in das Venenblut. Der Hauptstamm bildet der Ductus thoracicus. Eine besondere Art der Lymphgefäße bilden die Chylusgefäße (Vasa chylifera), welche im Bau den ersteren vollkommen gleich sind und sich nur dadurch auszeichnen, daß sie in der Darmwand verlaufen und den von den Darmzellen aufgesogenen Milchsaft (Chylus) führen.

Während ihres Verlaufs treten die Lymphgefäße ein oder mehrere mal in Lymphdrüsen (Glandulae lymphaticae) ein, verbreiten sich in denselben und laufen wiederum aus denselben heraus.

Den Inhalt der Blutgefäße bildet das Blut (Sanguis). Dasselbe ist eine verschieden rothgefärbte, schwach klebrige Flüssigkeit. Unter dem Mikroskope lassen sich in ihr zwei Elemente erkennen, die Blutkörperchen, welche theils schwachröthlich, theils farblos sind, und eine wässerige Substanz, das Blutplasma. Je nachdem das Blut sauerstoff- oder kohlensäurereich ist, erscheint es hell- oder dunkelroth, und da das erstere in den Arterien, letzteres in den Venen des großen Kreislaufes sich befindet, wird es auch arterielles und venöses Blut genannt.

Die Lymphe ist eine dem Blute ähnliche Flüssigkeit von weißlicher oder schwach gelblicher Farbe.

Gleich dem Blute besteht sie nur aus Plasma und zelligen Elementen, den Lymphkörperchen, welche den farblosen Blutkörperchen zum Verwechseln ähnlich sehen. Mit dem Blute hat die Lymphe gleichfalls die Fähigkeit zu gerinnen gemein.

Milchsaft (Chylus) ist die von den Darmzotten aus dem Speisebrei (Chymus) aufgesogene Flüssigkeit, welche die Farbe und Consistenz der Milch besitzt und reich an Fettmolecülen ist. Anfangs, ehe er durch die Mesenterialdrüsen hindurchgegangen ist, enthält er noch wenig zellige Elemente, erst dann zeigen sich solche in größerer Menge, welche den Lymphkörperchen ganz gleich sind, während der Reichthum an Fettkörperchen nachläßt. Reiner Milchsaft gerinnt nicht wie das Blut und die Lymphe. Auf den Lymphbahnen gelangt er mit der Lymphe in den Blutstrom, durch welchen er nach allen Theilen des Körpers geführt wird, für welche er die nährenden Stoffe enthält, die sich dann die einzelnen Organe assimiliren, um sie später wieder dem Blutstrome zu übergeben, dem sie dann durch die Lymphgefäße zugeführt werden.

6. Nervensystem.

Das Nervensystem ist die Vermittlerin zwischen der Außen- und Innenwelt, es befördert die von außen kommenden Anregungen zum Bewußtsein und läßt uns die Eindrücke der Sinnenwelt empfinden; es führt die Befehle des Willens aus und gibt Raum zum Denken und Fühlen. Die Träger aller dieser Thätigkeiten sind das Gehirn und Rückenmark mit den Nerven, an welche sich als Hülfsorgane die Sinneswerkzeuge anschließen. Den wesentlichen Theil bildet das aus Fasern und Zellen zusammengesetzte Nervengewebe.

Das Nervengewebe (Substantia nervea) ist eine überaus weiche Masse, welche entweder rein weiß oder grauröthlich gefärbt erscheint. Im erstern Falle heißt sie weiße Substanz (Substantia alba), im letztern graue Substanz (Substantia cinerea) oder auch Rindensubstanz (Substantia corticalis), weil sie meist an der Peripherie des Gehirns liegt. Außerdem findet sie sich noch im Centrum des Rückenmarks, sowie zerstreut an verschiedenen Stellen des Gehirns und der Ganglien. Die weiße Substanz dagegen bildet die Hauptmasse des Gehirns und Rückenmarks und ist die im Nervensystem am häufigsten vorkommende.

Die histologischen Elemente des Nervengewebes sind überaus feine Fasern, Primitivfasern oder Nervenfasern genannt, und Zellen (Ganglienzellen). Die erstern kommen besonders in der weißen Substanz vor, die letztern überwiegend in der grauen Substanz.

Die Nervenprimitivfasern, Nervenröhren (Fibrillae nerveae oder Tubuli nervei) bilden den größten Theil des Nervensystems und überwiegen weit die Ganglienzellen. Sie sind feine runde Fäden von 0,0005‴—0,01‴ Durchmesser und entweder markhaltig oder marklos.

An den markhaltigen, sogenannten dunkelrandigen Fasern kann man drei Theile unterscheiden: die Scheide, von dieser umgeben das Nervenmark, in dessen Innern sich der Achsencylinder befindet.

Die marklosen Fasern unterscheiden sich von den markhaltigen dadurch, daß das Nervenmark fehlt und somit die Scheide den Achsencylinder unmittelbar umgibt. Die marklosen Fasern kommen besonders an den peripherischen Enden der Nerven vor, als Verlängerung markhaltiger Röhren, sowie im Geruchsnerv und den sympathischen Nerven.

Die Nervenzellen, auch Ganglienzellen (Cellulae nerveae) sind runde oder ovale Zellen, meist mehr oder weniger abgeplattet, welche oft einen oder auch mehrere Fortsätze haben, durch welche sie mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Die Zellen bestehen aus einer wasserhellen structurlosen Membran und einem körnigen, zum Theil pigmentirten Inhalte, in welchem sich ein Zellkern mit einem, selten mehrern dunkeln Kernkörperchen befindet. Die Größe der Zellen variirt zwischen 0,003—0,06‴.

Das Gehirn und Rückenmark wie die Nerven werden von bindegewebigen Hüllen umgeben, die an verschiedenen Stellen einen andern Charakter tragen.

Im Gehirn und Rückenmark werden die Primitivfasern durch eine feine Bindesubstanz, den Nervenkitt (Neuroglia) zusammengehalten. Als Ganzes sind diese Organe in drei Häute eingehüllt: in die harte Hirn- und Rückenmarkshaut (Dura mater), die Spinnwebenhaut (Tunica arachnoidea) und in die weiche Hirn- und Rückenmarkshaut (Pia mater), welche letztere unmittelbar Gehirn und Rückenmark umgibt, in alle Vertiefungen sich einsenkt und zahlreiche Fortsätze in die Substanz dieser Organe entsendet.

Jeder Nerv wird gleichfalls von einer bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide (Neurilemma), umhüllt, die wiederum auch die einzelnen Faserbündel eines Nervenstamms umgibt und Fortsätze zwischen die einzelnen Nervenröhrchen sendet.

An Gefäßen ist die Nervensubstanz überaus reich, namentlich finden dieselben sich am dichtesten in der grauen Substanz, wo sie ein feines zartes Netz bilden.

Nach der Art der Function unterscheidet man das Cerebrospinal-Nervensystem, welches mit dem Willen in Connex steht sowie die Sinnes- und Denkthätigkeit vermittelt, und das sympathische Nervensystem, welches allen vegetativen und der Willkür nicht unterworfenen Functionen vorsteht.

An diesen Systemen unterscheidet man wiederum einen centralen und einen peripherischen Theil. Für das Cerebrospinal-Nervensystem, oder wie es auch als Haupttriebfeder des animalischen Lebens genannt wird, das animale Nervensystem ist, wie schon der Name andeutet, das Gehirn und Rückenmark der Centraltheil, während die von diesen ausgehenden Nerven, lange, dünne, graulich-weiße Stränge von ziemlicher Festigkeit, die sich durch den ganzen Körper verbreiten und Cerebrospinalnerven heißen, den peripherischen Theil desselben bilden.

Für das sympathische Nervensystem sind die Ganglienknoten Centraltheil, und die aus diesen entspringenden Nerven bilden den peripherischen Theil.

7. Hautsystem.

Im allgemeinen versteht man unter Häuten alle in die Fläche ausgedehnten weichen Theile des Körpers; hier haben wir es nur mit vier besondern Arten zu thun: den serösen Häuten (Membranae serosae), den Synovialhäuten (Membranae synoviales), den Schleimhäuten (Membranae mucosae) und den Gefäßhäuten (Tunicae vasculosae). Die Beschreibung dieser Häute ist zu sehr Gegenstand der Histologie, als daß wir hier näher darauf eingehen könnten, indem wir diese nur soweit berücksichtigen können, als sie zum Verständniß des Folgenden nothwendig ist.

8. Drüsensystem.

Drüsen (Glandulae) sind Organe von sehr verschiedenem Bau, welche den Zweck haben, aus dem

Blute, weshalb sie auch stets reich mit Gefäßen durchsetzt sind, gewisse Stoffe abzusondern, die entweder als Auswurfstoffe (Excreta) aus dem Körper gänzlich entfernt wie Harn, Schweiß u. s. w., oder auch zu gewissen Verrichtungen im Organismus verwendet werden sollen, wie Milch, Galle u. s. w., und deshalb Absonderungsstoffe (Secreta) heißen.

Die Elemente der Drüsen bilden Zellen mit ihren verschiedenen Metamorphosen, und bilden dieselben meist Bläschen oder schlauchförmige Organe. Eine rationelle Eintheilung der Drüsen ist bisjetzt noch nicht gelungen, vom praktischen Standpunkte kann man folgende Arten aufstellen:

1. Drüsen ohne Ausführungsgänge und
2. Drüsen mit Ausführungsgängen.

Letztere kann man wiederum eintheilen in

a. Schlauchförmige oder tubulöse Drüsen, welche wiederum sein können:
   α. einfach, d. h. aus einem einzigen Schlauch bestehend (Schweißdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen u. s. w.),
   β. zusammengesetzt mit verzweigten Röhren (Nieren, Hoden, Leber u. s. w.);
b. Traubenförmige oder acinöse Drüsen, auch diese sind wiederum:
   α. einfach, indem ein unverästelter Ausführungsgang mit einer Gruppe von Drüsenbläschen besetzt ist (Schleimdrüsen, Talgdrüsen u. s. w.),
   β. zusammengesetzt, indem mehrere einfache traubenförmige Drüsen in einen gemeinsamen Ausführungsgang zusammen einmünden (Speicheldrüsen, Milchdrüsen, Thränendrüsen u. s. w.).

Specielle Anatomie.

Wir haben schon in der Einleitung des Ausdrucks specielle Anatomie gedacht und gezeigt, was darunter zu verstehen sei. Bei dem Zwecke, den wir zu verfolgen haben, kann an ein strenges Einhalten der durch die Schule festgesetzten Normen nicht gedacht werden, wir müssen vielmehr immer die praktische Anordnung der logischen Schärfe vorziehen und nach diesem Grundsatze unsere Wege einschlagen. So wird ein durchaus systematischer Gang sich nicht wohl einhalten lassen. Es würde den Laien nicht nur ermüden, sondern auch tödlich langweilen, sollte er sich jeden Muskel mit seinem Ursprung und Ansatz, jedes Gefäß mit seinen Zweigen und Zweigelchen, jeden Nerven mit seinem Verlauf vorzählen lassen. Wir übergehen daher alles, was reines Gedächtnißwerk ist, ohne wenigstens durch eine gewisse Bedeutung bemerkenswerth zu werden, und die streng wissenschaftliche Klassifikation, als für unsern Fall unstatthaft, verlassend, suchen wir die systematische mit der topographischen Anatomie zu verbinden, wodurch das Interesse angeregt wird, ohne der Klarheit und dem Verständniß zu schaden.

So werden wir zunächst Knochen und Bänder systematisch betrachten, weil sie die morphische Grundlage des ganzen Körpers bilden und nur bei einem klaren Einblick in das Skelet die Form und Anordnung der übrigen Theile verständlich wird. Diese Theile aber wiederum ist es für den Laien von Wichtigkeit in ihrem Nebeneinander und in ihren Beziehungen zueinander kennen zu lernen, und nicht künstlich getrennt und einseitig gruppirt, wie es die systematische Anatomie thut, und wie es nothwendig ist, will man Schüler der Anatomie ziehen, die ein wissenschaftliches Studium aus derselben machen. Dem Laien kommt es darauf an, einen allgemeinen Einblick in die Architektur des menschlichen Körpers zu erhalten, nicht aber jeden einzelnen Baustein kennen zu lernen. Deshalb haben wir im übrigen die topographische Betrachtung der durchweg systematischen vorgezogen; wenn auch dabei der Ursprung und Ansatz eines Muskels, der Verlauf eines Gefäßes oder eines Nerven in der ganzen Länge nicht immer so klar, als wenn diese Theile für sich allein vorgeführt würden, so wird doch wiederum nur auf diese Weise das Nebeneinander der Theile verständlich, und dies ist es, was allein für weitere Kreise von Interesse sein und Werth haben kann.

Knochenlehre.

Die Knochenlehre, Osteologia (von dem Griechischen τὸ ὀστέον, der Knochen, und λέγω, lehren), hat zum Gegenstand die feste Grundlage des Körpers, das Skelet, sowol als Ganzes wie in dessen einzelnen Theilen. Die Zahl dieser Theile wird sehr verschieden angegeben, je nachdem man mehrere Stücke als zu einem Knochen gehörend zusammenfaßt oder als selbständige Knochen bestehen läßt. Sieht man das Brustbein und das Steißbein als einfache Knochen an, so kann man die Zahl der einzelnen Theile auf 240 rechnen, wobei die Zähne und Gehörknöchelchen mitgezählt sind.

Tafel 1.

Das Skelet, Gerippe, sceleton oder scelet (von dem Griechischen σκέλος, Schenkelbein, welcher als der bedeutendste Theil dem Ganzen den Namen gegeben), ist entweder ein natürliches, sceleton naturale, wenn es noch durch die natürlichen Bänder des Körpers, ein künstliches, sceleton artificiale, wenn es durch künstliche Verbindungsmittel zusammengehalten wird.

Das Skelet zerfällt in den Stamm und die Extremitäten; ersterer wiederum in den Kopf und den Rumpf, letztere wiederum in die obern: Arme, und untern Extremitäten: Beine.

Figur 1. Skelet von vorn.

Stamm:

Kopf, caput.

Schädelknochen, ossa cranii.

1. Os frontis, Stirnbein.
2. Os parietale, Scheitelbein (rechtes).
3. Os temporum, Schläfenbein (rechtes).
4. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.

Gesichtsknochen, ossa faciei.

5. Os maxillare inferius oder mandibula, Unterkieferbein.
6. Os maxillare superius, Oberkieferbein (rechtes).
7. Os zygomaticum, Wangen- oder Jochbein (rechtes).
8. Ossa nasalia, Nasenbeine.

Rumpf, truncus.

Wirbelsäule, columna vertebralis oder spina dorsi.

9. Vertebrae colli oder cervicis, Halswirbel.
10. Vertebra dorsi oder thoracis prima, erster Brustwirbel.
11. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter (letzter) Brustwirbel.
12. Vertebra abdominis oder lumbalis prima, erster Lendenwirbel.
13. Vertebra abdominis quinta, fünfter (letzter) Lendenwirbel.
14. Os sacrum, Kreuz- oder heiliges Bein.

Brustkasten, thorax.

15. Costa prima, erste Rippe.

16. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
17. Sternum, Bruſtbein.

Becken, pelvis.

18. Os ilei oder ileum, Darmbein.
19. Os pubis, Schambein.
20. Os ischii, Sitzbein.

Extremitäten.

Arme, brachia.

Schulter.

21. Clavicula, Schlüſſelbein.
22. Scapula, Schulterblatt.

Oberarm.

23. Os humeri oder brachii, Oberarmknochen.

Vorder- oder Unterarm, antibrachium.

24. Radius, Speiche.
25. Ulna, Ellenbogenbein.

Hand, manus.

26. Ossa carpi, Handwurzelknochen.
27. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
28. Ossa digitorum oder phalangum, Fingergliederknochen.

Beine.

Oberſchenkel.

29. Os femoris oder femur, Oberſchenkelknochen.

Unterſchenkel, crus.

30. Patella, Knieſcheibe.
31. Tibia, Schienbein.
32. Fibula oder perone, Wadenbein.

Fuß, pes.

33. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
34. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
35. Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 2. Skelet von hinten.

Stamm.

Kopf, caput.

1. Ossa parietalia oder bregmatis, Scheitel- oder Seitenbeine.
2. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
3. Os zygomaticum, Joch- oder Wangenbein.
4. Os temporum, Schläfenbein.
5. Os maxillare, Unterkiefer.

Rumpf, truncus.

Wirbelſäule, columna vertebralis.

6. Vertebrae colli oder cervicis, Halswirbel.
7. Vertebra dorsi prima, erſter Bruſtwirbel.
8. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Bruſtwirbel.
9. Vertebra lumbalis prima, erſter Lendenwirbel.
10. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
11. Os sacrum, Kreuzbein.
12. Os coccygis, Schwanzbein, Steißbein.

Bruſtkaſten, thorax.

13. Costa prima, erſte Rippe.
14. Costa duodecima, zwölfte Rippe.

Becken, pelvis.

15. Os ilei, Darmbein.
16. Os pubis, Schambein.
17. Os ischii, Sitzbein.
18. Foramen ovale oder obturatorium, Hüftloch.

Extremitäten.

Arme, brachia.

Schulter.

19. Clavicula, Schlüſſelbein.
20. Scapula, Schulterblatt.

Oberarm.

21. Os humeri, Oberarmknochen.

Vorderarm, Antibrachium.

22. Radius, Speiche.
23. Ulna, Ellenbogenbein.

Hand, manus.

24. Ossa carpi, Handwurzelknochen.
25. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
26. Ossa digitorum, Fingerknochen.

Beine.

Oberſchenkel.

27. Femur, Oberſchenkelknochen.

Unterſchenkel, crus.

28. Tibia, Schienbein.
29. Fibula, Wadenbein.

Fuß, pes.

30. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
31. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
32. Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 3. Skelet von der Seite.

Stamm.

Kopf, caput.

Schädel, cranium.

1. Os frontis, Stirnbein.
2. Os parietale, Scheitelbein.
3. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
4. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
5. Os temporum, Schläfenbein.

Geſicht, facies.

6. Os zygomaticum, Jochbein.
7. Os nasale, Naſenbein.
8. Os maxillare superius, Oberkieferknochen.
9. Os maxillare inferius, Unterkieferknochen.

Rumpf, truncus.

Wirbelſäule, columna vertebralis.

10. Vertebrae cervicis, Halswirbel.
11. Vertebra dorsi prima, erſter Rückenwirbel.
12. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
13. Vertebra lumbalis prima, erſter Lendenwirbel.
14. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
15. Os sacrum, Kreuzbein.
16. Os coccygis, Schwanzbein.

Bruſt, thorax.

17. Sternum, Bruſtbein.
18. Costa prima, erſte Rippe.
19. Costa duodecima, zwölfte Rippe.

Becken, pelvis.

20. Os ilei, Darmbein.
21. Os pubis, Schambein.
22. Os ischii, Sitzbein.

Extremitäten.

Arme, brachia.

Schulter.

23. Clavicula, Schlüſſelbein.
24. Scapula, Schulterblatt.

Oberarm.

25. Os humeri, Oberarmbein.

Vorderarm, antibrachium.

26. Radius, Speiche.
27. Ulna, Ellenbogenbein.

Hand, manus.

28. Ossa carpi, Handwurzelknochen.
29. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
30. Ossa digitorum, Fingerknochen.

Beine.

Oberſchenkel.

31. Femur, Oberſchenkelknochen.

Unterſchenkel, crus.

32. Patella, Knieſcheibe.
33. Tibia, Schienbein.
34. Fibula, Wadenbein.

Fuß, pes.
35. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
36. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
37. Ossa digitorum pedis, Zehenknochen.

Figur 4. Männliches Becken von vorn.
1. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
2. Os sacrum, Kreuzbein.
3. Os ilei, Darmbein.
4. Os pubis, Schambein.
5. Os ischii, Sitzbein.
6. Arcus oder angulus pubis, Schambogen, Schambeinwinkel.
7. Promontorium, Vorgebirge.

Figur 5. Männliches Becken von oben.
1. Vertebra lumbalis quinta, fünfter Lendenwirbel.
2. Os sacrum, Kreuzbein.
3. Os ilei, Darmbein.
4. Os pubis, Schambein.
5. Arcus pubis, Schambeinfuge.
6. Promontorium, Vorgebirge.
7. Os coccygis, Schwanzbein.
8. Processus spinosus ossis ischii, Stachelfortsatz des Sitzbeins.

Figur 6. Weibliches Becken von vorn.
1—7. wie bei Fig. 4.

Figur 7. Weibliches Becken von oben.
1—8. wie bei Fig. 5.

In allen Theilen des Skelets finden sich Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlechte; während es bei jenem größer, stärker und solider, ist es bei diesem kleiner, schwächer und zierlicher gebaut. Dabei sind die Knochen des männlichen Skelets durch die Ansätze und den Zug der stärkern und kräftigern Muskeln unebener, rauher und eckiger als die glatten, leichtern und mehr abgerundeten Knochen des weiblichen Skelets.

Von besonderer Bedeutung sind die Unterschiede im Becken, indem der Mechanismus des Geburtsactes wesentlich durch die Form desselben mit bedingt wird, wodurch die Verschiedenheit des Beckens beim Mann und Weibe eine nicht geringe praktische Wichtigkeit besitzt.

Das männliche Becken ist kleiner, weniger breit, enger und tiefer als das weibliche, dabei ist der Winkel, welchen der Schambogen (arcus pubis) bildet, spitzer. Das weibliche Becken dagegen ist breiter, weiter, flacher und weniger tief, während der Schambogen einen größern Winkel aufweist. Bedingt werden diese Unterschiede durch eine größere Breite und mehr nach hinten hinausgebogene Lage des Kreuzbeins, durch die horizontalere Stellung und größere Ausdehnung des Darmbeins, durch die bedeutendere Kürze der Sitz- und Schambeine von oben nach unten, dagegen durch eine beträchtlichere Länge in horizontaler Richtung, und durch eine größere Beweglichkeit des Schwanzbeins beim Weibe, wodurch ein umfangreicherer Innenraum des Beckens als beim Manne erzeugt wird.

Tafel 2.

Diese Tafel zeigt uns die Wirbel, vertebrae, des menschlichen Körpers in deren verschiedenen Modificationen in der Vereinigung zum Schädel, sowie in den charakteristischen Formen der Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuz- und Steißbeinwirbel.

Den wichtigsten Theil des ganzen Skelets bilden die Kopfknochen, ossa capitis, 22 an der Zahl, die theils paarig, theils unpaarig sind und in 8 Schädelknochen, ossa cranii, auch cranium, calvaria, olla capitis, theca cerebri genannt, und 14 Gesichtsknochen, ossa faciei, zerfallen.

An den Schädel schließt sich die Wirbelsäule an, welche mit den 7 Halswirbeln beginnt, auf diese folgen die 12 Brust- und 5 Lendenwirbel, während das Kreuz- und Steißbein den Beschluß macht.

Figur 1. Knochengerüst des Kopfes von vorn.
A. Os frontis oder frontale, Stirn- oder Vorderhauptsbein.
B. Os parietale oder bregmatis, Scheitel- oder Seitenbein.
C. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
D. Os temporum, Schläfenbein.
E. Os zygomaticum oder malare, Wangen- oder Jochbein.
F. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
G. Os nasale, Nasenbein.
H. Os maxillare inferius oder mandibula, Unterkiefer.
I. Septum narium, Scheidewand der Nase.
K. Os turbinatum inferius oder concha inferior, untere Nasenmuschel.
L. Concha media, mittlere Nasenmuschel.
a. Sutura coronalis, Kranznaht.
b. Sutura frontalis, Stirnnaht.
c. Sutura squamosa, Schuppennaht.
d. Tuber frontale, Stirnhöcker.
e. Arcus superciliaris, Augenbrauenbogen.
f. Glabella, Stirnglatze.
g. Processus zygomaticus ossis frontis, Wangenfortsatz des Stirnbeins.
h. Margo supraorbitalis, oberer Augenhöhlenrand.
i. Foramen oder incisura supraorbitalis, Oeffnung oder Einschnitt des obern Augenhöhlenrandes.
k. Pars oder proocessus nasalis ossis frontis, Nasenfortsatz des Stirnbeins.
l. Crista frontalis, äußere Stirnleiste.
m. Processus nasalis maxillae superioris, Nasenfortsatz des Oberkiefers.
n. Processus zygomaticus maxillae superioris, Jochbeinfortsatz des Oberkiefers.
o. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
p. Foramen infraorbitale, Oeffnung im untern Augenhöhlenrande.
q. Fovea maxillaris, Kiefergrube.
r. Spina nasalis anterior, vorderer Nasenstachel.
s. Apertura pyriformis, Eingang zur knöchernen Nasenhöhle.
t. Margo infraorbitalis, unterer Augenhöhlenrand.
u. Fossa sacci lacrymalis, Thränensackgrube.
v. Juga alveolaria, Erhabenheiten der Zahnhöhlen.
w. Processus maxillaris ossis zygomatici, Oberkieferfortsatz des Wangenbeins.
x. Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortsatz des Wangenbeins.
y. Processus temporalis ossis zygomatici, Schläfenfortsatz des Wangenbeins.
z. Foramina zygomatica anteriora, vordere Wangenbeinöffnungen.
α. Mentum oder spina mentalis externa, Kinn, oder äußerer Kinnstachel, oder Kinnhöcker.
β. Foramen mentale oder maxillare anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
γ. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.

ß. Ramus mandibulae, Aſt des Unterkiefers.
ε. Processus mastoideus ossis temporum, Zitzen- oder Warzentheil des Schläfenbeins.
ζ. Foramen opticum, Sehnervenöffnung.
η. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenſpalte.
ϑ. Fissura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenſpalte.

Figur 2. Knochengerüſt des Kopfes von der Seite.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Os parietale, Scheitelbein.
C. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
D. Os temporum, Schläfenbein.
E. Os zygomaticum oder malare, Wangen- oder Jochbein.
F. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
G. Os nasale, Naſenbein.
H. Os lacrymale, Thränenbein.
I. Lamina papyracea ossis ethmoidei, Papierplatte des Siebbeins.
K. Maxilla inferior, Unterkiefer.
a. Tuber frontale, Stirnbeinhöcker.
b. Arcus superciliaris, Augenbrauenbogen.
c. Glabella, Stirnglatze.
d. Processus nasalis ossis frontis, Naſenfortſatz des Stirnbeins.
e. Margo supraorbitalis, oberer Augenhöhlenrand.
f. Foramen supraorbitale, obere Augenhöhlenrandöffnung.
g. Processus zygomaticus ossis frontis, Wangenbeinfortſatz des Stirnbeins.
h. Crista frontalis externa, äußere Stirnleiſte.
i. Linea semicircularis, halbkreisförmige Linie.
k. Sutura coronalis, Kranznaht.
l. Tuber parietale, Scheitelbeinhöcker.
m. Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
n. Pars mastoidea ossis temporum, Zitzentheil des Schläfenbeins.
o. Processus mastoideus ossis temporum, Zitzenfortſatz des Schläfenbeins.
p. Incisura mastoidea, Einſchnitt des Zitzenfortſatzes.
q. Meatus auditorius externus, äußere Gehörgangöffnung.
r. Arcus zygomaticus, processus zygomaticus ossis temporum, Jochbogen des Schläfenbeins.
s. Processus temporalis ossis zygomatici, Schläfenfortſatz des Jochbeins.
t. Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortſatz des Jochbeins.
u. Processus maxillaris ossis zygomatici, Oberkieferfortſatz des Jochbeins.
v. Foramina zygomatica anteriora, vordere Jochbeinöffnungen.
w. Processus zygomaticus ossis maxillaris superioris, Jochfortſatz des Oberkiefers.
x. Fovea maxillae superioris, Oberkiefergrube.
y. Foramen infraorbitale, Oeffnung im untern Augenhöhlenrande.
z. Superficies temporalis ossis maxillaris superioris mit dem tuber maxillare, Schläfenfläche des Oberkiefers mit dem Oberkieferhöcker.
α. Processus frontalis ossis maxillaris superioris, Stirnfortſatz des Oberkiefers.
β. Processus alveolaris ossis maxillaris superioris, Zahnhöhlenfortſatz des Oberkiefers.
γ. Ala externa processus pterygoidei ossis sphenoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels des Keilbeins.
δ. Corpus maxillae inferioris, Körper des Unterkiefers.
ε. Mentum oder Spina, auch protuberantia mentalis externa, Kinn, äußerer Kinnſtachel oder Kinnhöcker.
ζ. Foramen mentale oder maxillae anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
η. Linea obiqua externa maxillae inferioris, äußere ſchräge Linie des Unterkiefers.
ϑ. Margo alveolaris und juga alveolaria maxillae inferioris, Zahnhöhlenrand und Zahnhöhlenerhabenheiten des Unterkiefers.
ι. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
κ. Processus coronoideus maxillae inferioris, Kiemenfortſatz des Unterkiefers.
λ. Processus condyloideus maxillae inferioris, Gelenkfortſatz des Unterkiefers.
μ. Incisura semilunaris oder sigmoidea maxillae inferioris, halbmondförmiger Einſchnitt des Unterkiefers.
ν. Apertura pyriformis, birnförmige Oeffnung, Eingang in die knöcherne Naſenhöhle.
ξ. Spina nasalis anterior, vorderer Naſenſtachel.
π. Fossa sacci lacrymalis, Thränenſackgrube.
ρ. Sutura squamosa, Schuppennaht.
σ. Sutura mastoidea, Warzennaht.
τ. Sutura transversa, Quernaht.

Figur 3. Aeußere Fläche der Schädelbaſis.

A. Processus palatinus maxillae superioris, Gaumenfortſatz des Oberkiefers.
B. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortſatz des Oberkiefers.
C. Os maxillare superius, Oberkieferbein.
D. Pars horizontalis ossis palatini, horizontaler Aſt des Gaumenbeins.
E. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, flügelartiger Fortſatz des Keilbeins.
F. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
G. Vomer, Pflugſchar.
H. Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
I. Pars mastoidea ossis temporum, Zitzen- oder Warzentheil des Schläfenbeins.
K. Pars petrosa ossis temporum, Felſentheil des Schläfenbeins.
L. Pars basilaris ossis occipitis, Grundtheil des Hinterhauptsbeins.
M. Pars condyloidea ossis occipitis, Gelenktheil des Hinterhauptsbeins.
N. Pars occipitalis ossis occipitis, Hinterhauptstheil des Hinterhauptsbeins.
O. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
a. Foramen incisivum oder canalis incisivus.
b. Spina nasalis posterior, hinterer Naſenſtachel.
c. Foramina palatina, Gaumenlöcher.
d. Ala interna processus pterygoidei ossis sphenoidei, innerer Flügel des flügelartigen Fortſatzes des Keilbeins, nach unten in den hamulus pterygoideus, den flügelförmigen Haken endigend.
e. Fossa pterygoidea ossis sphenoidei, Gaumenflügelgrube des Keilbeins.
f. Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels.

g. Choanae narium, hintere Oeffnung der Naſenhöhle.
h. Foramen ovale ossis sphenoidei, ovales Loch des Keilbeins.
i. Foramen spinosum ossis sphenoidei, Stachelloch des Keilbeins.
k. Fissura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenſpalte.
l. Fossa articularis, Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers.
m. Tuberculum articulare, Gelenkhügel.
n. Fissura Glaseri, Glaſer'ſche Spalte (führt in die Paukenhöhle).
o. Tuba Eustachii, Euſtachiſche Trompete.
p. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
q. Aditus ad canalem caroticum, Eingang in den Kanal der Carotis.
r. Processus styloideus ossis temporum, Griffelfortſatz des Schläfenbeins.
s. Foramen stylo-mastoideum ossis temporum, Griffelwarzenloch des Schläfenbeins.
t. Aquaeductus cochleae, Schneckenwaſſerleitung.
u. Foramen jugulare, Droſſelloch.
v. Condylus ossis occipitis, Gelenkkopf des Hinterhauptsbeins.
w. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Loch des Gelenkkopfes des Hinterhauptsbeins.
x. Foramen condyloideum posterius ossis occipitis, hinteres Loch des Gelenkkopfes des Hinterhauptsbeins.
y. Processus mastoideus ossis temporum, Warzenfortſatz des Schläfenbeins.
z. Incisura mastoidea ossis temporum, Einſchnitt des Warzenfortſatzes des Schläfenbeins.
α. Foramina mastoidea ossis temporum, Warzenlöcher des Schläfenbeins.
β. Spina occipitalis externa, äußerer Hinterhauptsſtachel.
γ. Crista occipitalis externa, äußere Hinterhauptsleiſte.
δ. Linea semicircularis inferior ossis occipitis, untere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.
ε. Linea semicircularis superior ossis occipitis, obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.
ζ. Processus spinosus ossis sphenoidei, Stachelfortſatz des Keilbeins.

Figur 4. Innere Fläche der Schädelbaſis.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Ala parva ossis sphenoidei, kleiner Flügel des Keilbeins.
C. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
D. Pars squamosa ossis temporum, Schuppentheil des Schläfenbeins.
E. Pars petrosa ossis temporum, Felſentheil des Schläfenbeins.
F. Pars mastoidea ossis temporum, Warzentheil des Schläfenbeins.
G. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
H. Pars basilaris ossis occipitis, Grundtheil des Hinterhauptsbeins.
a. Juga cerebralia, Gehirnerhabenheiten (des Knochens).
b. Impressiones digitatae, Fingereindrücke.
c. Crista frontalis interna, innere Stirnleiſte.
d. Crista galli ossis ethmoidei, Hahnenkamm des Riechbeins.
e. Foramina cribrosa ossis ethmoidei, Siebloch des Riechbeins.
f. Processus clinoidei anteriores ossis sphenoidei.
g. Foramen opticum, Sehloch.
h. Processus clinoidei medii ossis sphenoidei.
i. Sella turcica mit fossa pro glandula pituitaria, Türkenſattel mit der Grube für den Hirnanhang.
k. Processus clinoidei posteriores ossis sphenoidei.
l. Sulcus caroticus, Rinne für die Carotis.
m. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenſpalte.
n. Foramen rotundum ossis sphenoidei, rundes Loch des Keilbeins.
o. Foramen ovale ossis sphenoidei, ovales Loch des Keilbeins.
p. Foramen spinosum ossis sphenoidei, Stachelloch des Keilbeins.
q. Hiatus canalis Fallopii, Oeffnung des Fallopi'ſchen Kanals.
r. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
s. Aquaeductus vestibuli, Vorhofswaſſerleitung.
t. Foramen jugulare, Droſſelloch.
u. Fossa pro medulla oblongata, Rinne für das verlängerte Rückenmark.
v. Processus anonymus oder clinoideus ossis occipitis, Ungenannter Fortſatz des Hinterhauptsbeins.
w. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Gelenkkopfloch des Hinterhauptsbeins.
x. Foramen condyloideum posterius ossis occipitis, hinteres Gelenkkopfloch des Hinterhauptsbeins.
y. Foramen mastoideum ossis temporum, Warzenfortſatzloch des Schläfenbeins.
z. Foramen magnum, Hinterhauptsloch.
α. Fossa sigmoidea, Sigmaförmige Grube.
β. Spina occipitis interna, innerer Hinterhauptsſtachel.
γ. Crista occipitis interna, innere Hinterhauptsleiſte.
δ. Foramen caecum ossis ethmoidei, blindes Loch des Siebbeins.
ε. Ephippium oder clivus Blumenbachii, Blumenbach'ſcher Abhang.
ζ. Fossa cerebelli, Grube für das kleine Gehirn.
η. Lingula, Züngelchen.
ϑ. Sulcus transversus, Querrinne.
ι. Pars condyloidea ossis occipitis, Gelenktheil des Hinterhauptsbeins.

Figur 5. Atlas von oben und hinten.

a. Arcus anterior, vorderer Bogen.
b. Arcus posterior, hinterer Bogen.
c. Massa oder pars lateralis atlantis, Seitentheil des Atlas.
d. Tuberculum atlantis posticum, hinterer Atlashöcker.
e. Superficies glenoidalis, Gelenkoberfläche.
f. Fossa condyloidea, Gelenkgrube.
g. Processus transversus atlantis, Querfortſatz des Atlas.
h. Foramen vertebrale, Wirbelloch.
i. Foramen oder Sulcus im arcus posterior atlantis für die Arteria vertebralis, Loch oder Rinne im hintern Bogen des Atlas für die Wirbelpulsader.

k. Tuberculum atlantis laterale, seitlicher Atlashöcker.
l. Foramen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.

Figur 6. Atlas von unten.

a. Arcus anterior, vorderer Bogen.
b. Arcus posterior, hinterer Bogen.
d. Tuberculum atlantis posticum, hinterer Atlashöcker.
g. Processus transversus atlantis, Querfortsatz des Atlas.
h. Foramen vertebrale, Wirbelloch.
i. Foramen oder Sulcus im arcus posterior atlantis, Loch oder Rinne im hintern Bogen des Atlas.
l. Foramen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.
m. Tuberculum atlantis anticum, vorderer Atlashöcker.
n. Superficies articularis für den Epistropheus, Gelenkoberfläche für den zweiten Halswirbel.

Figur 7. Epistropheus von vorn.

a. Corpus epistrophei, Körper des zweiten Halswirbels.
b. Processus odontoideus, Zahnfortsatz.
c. Collum processus odontoidei, Hals des Zahnfortsatzes.
d. Superficies glenoidalis processus odontoidei, Gelenkoberfläche des Zahnfortsatzes.
e. Apex processus odontoidei, Spitze des Zahnfortsatzes.
f. Processus obliquus oder articularis superior, oberer Gelenkfortsatz.
g. Processus obliquus inferior, unterer Gelenkfortsatz.
h. Processus transversus epistrophei, Querfortsatz des zweiten Halswirbels.

Figur 8. Halswirbel von oben.

a. Corpus, Körper.
b. Arcus, Bogen.
c. Processus spinosus, Stachelfortsatz.
d. Incisura processus spinosi, Einschnitt im Stachelfortsatz.
e. Processus transversus, Querfortsatz.
f. Processus obliquus superior, oberer Gelenkfortsatz.
g. Foramen vertebrale, Wirbelloch.
h. Foramen spinale, Oeffnung für den Rückgratskanal.

Figur 9. Rückenwirbel, vertebra thoracis, von oben.

a. Corpus, Körper.
b. Arcus, Bogen.
c. Incisura vertebralis, Wirbeleinschnitt.
d. Processus spinosus, Stachelfortsatz.
e. Processus transversus, Querfortsatz.
f. Superficies articularis für das tuberculum costae, Gelenkbahn für das Rippenhöckerchen.
g. Processus obliquus superior, oberer Gelenkfortsatz.
h. Foramen spinale, Rückgratsloch.

Figur 10. Lendenwirbel, vertebra lumbalis, von oben.

a—h mit Ausnahme von f, wie bei Figur 9.

Figur 11. Kreuzbein, os sacrum, von vorn.

a. Processus obliqui superiores, obere Gelenkfortsätze.
b. Basis ossis sacri mit dem Promontorium, Grundfläche des Kreuzbeins mit dem Vorgebirge.
c. Apex, Spitze.
d. Foramina sacralia anteriora, vordere Kreuzbeinöffnungen.
e. Linea arcuata, gekrümmte Linie.

Figur 12. Kreuzbein, os sacrum, von hinten.

a. Processus obliqui superiores, obere Gelenkfortsätze.
b. Basis, Grundfläche.
c. Apex, Spitze.
d. Foramina sacralia posteriora, hintere Kreuzbeinöffnungen.
e. Facies auricularis, ohrartige Gelenkfläche.
f. Aditus ad canalem sacralem, Eingang in den Kreuzbeinkanal.
g. Exitus canalis sacralis, Ausgang des Kreuzbeinkanals.
h. Processus spinosi spurii, falsche Stachelfortsätze.
i. Processus transversi und obliqui spurii, falsche Quer- und Gelenkfortsätze.
k. Cornua sacralia, Kreuzbeinhörner.

Figur 13. Steißbein, os coccygis, von vorn.

a. Vertebra spuria prima, erster falscher Wirbel.
b. » » secunda, zweiter » »
c. » » tertia, dritter » »
d. » » quarta, vierter » »
e. Cavitas articularis, Gelenkfläche für das Kreuzbein.
f. Cornua coccygea, Steißbeinhörner.
g. Processus transversus spurius, falscher Querfortsatz.

Figur 14. Steißbein, os coccygis, von hinten.

a.—d., mit Ausnahme von e, sowie f. und g., wie bei Figur 13.

Alle hier vorgeführten Theile des Skelets: Schädel, Wirbel, Kreuzbein und Steißbein, sind aus der Grundform des Wirbels hervorgegangen und lassen sich auf diese zurückführen.

Wie schon erwähnt, sind die Knochen des Schädels theils paarig, theils unpaarig. Zu erstern gehören die beiden Scheitelbeine und die Schläfenbeine, zu letztern das Stirnbein, Siebbein, Keilbein und Hinterhauptsbein. Die paarigen Knochen bilden einen von der einen Seite zur andern gehenden Ring, der nach unten offen ist, während die unpaarigen einen in der Richtung von vorn nach hinten gehenden und oben offenen Ring bilden. Sonach kreuzen sich beide Ringe, und indem sie ineinandergreifen, bilden sie die Schädelhöhle, den Raum für das Gehirn.

Auch sämmtliche Gesichtsknochen sind paarig, und nur der Unterkiefer und das Pflugscharbein machen eine Ausnahme davon, auch wird das Zungenbein, os hyoideum oder linguale, mit zu den unpaarigen Knochen gezählt.

Das Stirnbein.

Das Stirn- oder Vorderhauptsbein, os frontis oder os frontale (Taf. 2, 2A, 2B, 4A), ein zu den platten Theilen des Schädels gehöriger, bilder die Stirn. Man unterscheidet an demselben den Stirntheil, pars frontalis oder squamosa (Taf. 2, 2A, 2B), die Augenhöhlentheile, partes orbitales (Taf. 2, 4A), und den Nasentheil, pars nasalis (Taf. 2, 2A, 2B, 4A). Das Stirnbein grenzt an die Scheitelbeine, an [illegible] und an [illegible] und [illegible] Knochen.

die Jochbeine, das Siebbein, die Thränenbeine, die Oberkieferbeine und die Nasenbeine.

Der Stirntheil, pars frontalis, hat eine äußere convexe und innere concave Fläche und verbindet sich durch die Kranznaht, sutura coronalis (Taf. 2; 1a, 2k), mit den Scheitelbeinen. In der Jugend wird der Stirntheil durch die Stirnnaht, sutura frontalis (Taf. 2; 1b), in zwei Theile getheilt, auf welchen sich auf der äußern Fläche die Stirnhöcker, tubera frontalia (Taf. 2; 1d, 2a), befinden, sowie die Augenbrauenbogen, arcus superciliares (Taf. 2; 1e, 2b), die Stirnglatze, glabella (Taf. 2; 1f, 2c), die Incisurae oder foramina supraorbitalia (Taf. 2; 1i, 2f), die obern Augenhöhlenränder, margines supraorbitales (Taf. 2; 1h, 2e), die Wangenfortsätze, processus zygomatici (Taf. 2; 1g, 2g), und die äußere Stirnleiste, crista frontalis externa (Taf. 2; 1l, 2h).

Die innere concave Fläche zeigt die fingerförmigen Eindrücke, impressiones digitatae (Taf. 2; 4b), und die Gehirnerhabenheiten, juga cerebralia (Taf. 2; 4a), ferner die innere Stirnleiste, crista frontalis interna (Taf. 2; 4c), und das blinde Loch, foramen caecum (Taf. 2; 4d).

Die Augenhöhlentheile, partes orbitales, liegen horizontal am untern Ende des Stirntheils, mit dem sie nahe einen rechten Winkel bilden. Sie dienen der Augenhöhle als Dach und verbinden sich mit dem Siebbeine, das sich zwischen sie hineinschiebt, dem Wangenbeine und den Keilbeinflügeln.

An der untern concaven Fläche befindet sich die Grube für die Thränendrüse, fovea lacrymalis, während die obere schwach convexe Fläche wiederum juga cerebralia und impressiones digitatae zeigt.

Der Nasentheil, processus nasalis, liegt zwischen den beiden Augenhöhlentheilen, und hat an seinem untern Rande die spina nasalis.

Die Scheitelbeine.

Die Scheitel- oder Seitenbeine, ossa parietalia oder bregmatis (Taf. 2; 1B, 2B), bilden den obersten Theil des Schädels; sie sind paarig und liegen zu beiden Seiten der Pfeilnaht, sutura sagittalis; Verbindungen finden statt mit dem Stirnbein durch die Kreuznaht, mit dem Hinterhauptsbein durch die Lambdanaht, sutura lambdoidea, dem Schläfenbein durch die Schuppennaht, sutura squamosa, und mit den großen Flügeln des Keilbeins. Die Gestalt ist viereckig, die Flächen sind gewölbt und zwar mit der convexen Seite nach außen, der concaven nach innen.

An der äußern Fläche befinden sich die Scheitelbeinhöcker, tubera parietalia (Taf. 2; 2l), sowie die halbkreisförmige Linie, linea semicircularis (Taf. 2; 2i). Die Innenfläche zeigt gleichfalls die juga cerebralia und impressiones digitatae.

Das Hinterhauptsbein.

Das Hinterhauptsbein, os occipitis (Taf. 2; 3LN, 4G), befindet sich am hintern und untern Theile des Schädels und ist mit dem Keilbein zu dem os basilare verbunden. Das Hinterhauptsbein zerfällt in vier Theile: den Hinterhauptstheil, pars occipitalis (Taf. 2; 3N, 4G), zwei Gelenktheile, partes condyloideae oder jugulares (Taf. 2; 3M, 4c), und den Grundtheil oder Zapfentheil, pars basilaris (Taf. 2; 3L, 4H). Diese vier Theile umschließen das Hinterhauptsloch, foramen magnum (Taf. 2; 4z). Verbunden ist das Hinterhauptsbein mit den Scheitelbeinen, den Schläfenbeinen, dem Keilbein, und zwar durch Nähte, mit dem ersten Halswirbel dagegen durch ein Gelenk.

Der Hinterhauptstheil, pars occipitalis, welcher die hinterste Wölbung des Schädels bildet, verbindet sich nach oben mit den Scheitelbeinen, während er nach unten in die beiden Gelenkfortsätze übergeht, die sich mit dem ersten Halswirbel verbinden. Man unterscheidet an demselben eine äußere, convexe, und innere, concave Fläche.

An der äußern Fläche ist zu bemerken der äußere Hinterhauptsstachel, spina occipitalis externa (Taf. 2: 3β), und die äußere Hinterhauptsleiste, crista occipitalis externa (Taf. 2; 3γ), ferner die obere halbkreisförmige Linie, linea semicircularis superior (Taf. 2; 3ε), und die untere halbkreisförmige Linie, linea semicircularis inferior (Taf. 2; 3δ).

Die innere Fläche des Hinterhauptstheils zeigt den innern Hinterhauptsstachel, spina occipitalis interna (Taf. 2; 4β), die innere Hinterhauptsleiste, crista occipitalis interna (Taf. 2; 4γ), die Grube für das kleine Gehirn, fossa cerebelli (Taf. 2, 4ζ), und den Querblutleiter, sulcus transversus (Taf. 2; 4θ).

Die Gelenktheile, Kopfstücke, partes condyloideae oder jugulares, bilden die beiden Seitentheile des großen Hinterhauptsloches und liegen hinter dem Grund- und vor dem Hinterhauptstheile des Hinterhauptsbeins. An den Gelenktheilen wird eine äußere, untere, und eine innere obere Fläche unterschieden.

Die untere Fläche, welche gegen die Wirbelsäule gerichtet ist, weist die Gelenkköpfe, processus condyloidei (Taf. 2; 3v), das vordere Gelenkkopfloch, foramen condyloideum anterius (Taf. 2; 3w), das hintere Gelenkkopfloch, foramen condyloideum posterius (Taf. 2; 3x), und den Drosseleinschnitt, incisura jugularis, auf, welcher mit einem ähnlichen Einschnitt im Felsentheile des Schläfenbeins das Drosselloch, foramen jugulare (Taf. 2; 3u), bildet.

Die obere Fläche der Gelenktheile des Hinterhauptsbeins ist nach der Schädelhöhle zu gerichtet und zeigt das Drosselloch, foramen jugulare (Taf. 2; 4t), den Ungenannten Fortsatz, processus anonymus (Taf. 2; 4v), das vordere Gelenkkopfloch, foramen condyloideum anterius (Taf. 2; 4w), und das hintere Gelenkkopfloch, foramen condyloideum posterius (Taf. 2; 4x).

Der Grund- oder Zapfentheil, pars basilaris des Hinterhauptsbeins bildet den vordersten Theil desselben und verbindet sich mit dem Körper des Keilbeins, mit dem er unzertrennlich verwächst, zu dem Grundbeine, os basilare.

An dem Grundbeine unterscheidet man vier Flächen und eine Kante, und zwar eine obere oder innere Fläche mit der Rinne für das verlängerte Rückenmark, fossa pro medulla oblongata (Taf. 2; 4u), eine untere oder äußere Fläche, welche rauh ist, und eine Erhabenheit, den Grundstachel, spina basilaris (Taf. 2; 3L) trägt, eine seitliche Fläche, welche an den Felsentheil des Schläfenbeins ansteht, eine vordere Fläche, welche mit dem Körper des Keilbeins zu dem Grundbeine verwächst, und eine hintere Kante, welche den vordern Umfang des großen Hinterhauptsloches bildet.

Die Jochbeine.

Die Joch- oder Wangenbeine, ossa zygomatica oder malaria (Taf. 2; 1E, 2E), bilden die äußersten

seitlichen Punkte des Gesichts und verbinden sich mit dem Stirnbeine, den Schläfenbeinen, den Oberkieferbeinen und den großen Flügeln des Keilbeins. Man unterscheidet an denselben den Körper, corpus (Taf. 2; 1E, 2E), und drei Fortsätze, processus.

Der Körper, corpus, wiederum zeigt drei Flächen, die äußere oder Gesichtsfläche, superficies facialis (Taf. 2; 1E, 2E), mit dem vordern Wangenbeinloche, foramen zygomaticum anterius oder faciale (Taf. 2; 1z, 2v), welches meist doppelt vorhanden ist, die innere oder Augenhöhlenfläche, superficies orbitalis, und die hintere oder Schläfengrubenfläche, superficies temporalis.

Die Fortsätze, processus, sind der obere oder Stirnfortsatz, processus frontalis (Taf. 2; 1x, 2t), welcher sich mit dem Wangenbeinfortsatze des Stirnbeins verbindet, der äußere oder Schläfenfortsatz, processus temporalis (Taf. 2; 1y, 2s), welcher mit dem Wangenbeinfortsatze des Schläfenbeins den Jochbogen, arcus zygomaticus (Taf. 2; 30), bildet, und der Kieferfortsatz, processus maxillaris, welcher sich mit dem Wangenbeinfortsatze des Oberkiefers verbindet.

Die Thränenbeine.

Die Thränenbeine, ossa lacrymalia (Taf. 2; 2H), an der vordern innern Seite der Augenhöhle gelegen, verbinden sich mit dem Siebbeine, dem Stirnbeine, dem Oberkieferbeine und der untern Nasenmuschel. Man unterscheidet zwei Flächen an denselben: eine äußere und eine innere.

Die äußere Fläche ist nach der Augenhöhle gerichtet und zeigt die Thränensackgrube, fossa lacrymalis (Taf. 2, 2π), sowie die dieselbe nach hinten begrenzende Thränensackleiste, crista lacrymalis.

Die innere Fläche grenzt an das Siebbein und deckt die vordern sinus ethmoidales.

Die Nasenbeine.

Die Nasenbeine, ossa nasalia (Taf. 2; 1G, 2G), bilden die Nasenwurzel und verbinden sich mit dem Stirnbeine, den Oberkieferbeinen, dem Siebbeine und den Nasenknorpeln. Man unterscheidet an denselben eine äußere oder Gesichtsfläche und eine innere, gegen die Nasenhöhle zu gewendete Fläche.

Die übrigen auf Taf. 2 zur Anschauung gebrachten Knochen des Kopfes werden erst bei Betrachtung der Taf. 3, auf welcher sie einzeln dargestellt sind, behandelt werden.

Die Wirbel.

Die Wirbel, vertebrae, welche in ihrer Vereinigung die Wirbelsäule, columna vertebralis, bilden, und die wir als Ganzes auf Taf. 4, Fig. 1 und 2 zur Darstellung bringen, zerfallen in die wahren Wirbel, vertebrae verae, und in die falschen Wirbel, vertebrae spuriae.

Die wahren Wirbel.

Die wahren Wirbel, vertebrae verae (Taf. 2; 5, 6, 7, 8, 9, 10), sind der Zahl nach 24, und zerfallen in 7 Hals-, vertebrae colli oder cervicis (Taf. 2; 5, 6, 7, 8), 12 Brust- oder Rückenwirbel, vertebrae dorsi oder thoracis (Taf. 2; 9), und 5 Lendenwirbel, vertebrae lumborum oder abdominis (Taf. 2; 10).

An den Wirbeln unterscheidet man den Körper, corpus (Taf. 2; 7a, 8a, 9a, 10a), den Bogen, arcus (Taf. 2; 8b 9b, 10b) und 7 Fortsätze, processus, welche letztere wiederum in die Muskelfortsätze, processus musculares, und Gelenkfortsätze, processus articulares oder obliqui, von welchen erstern es drei, von letztern vier gibt, zerfallen.

Die Muskelfortsätze sind: der Dorn- oder Stachelfortsatz, processus spinosus (Taf. 2; 8c, 9d, 10d), welcher auf der Mitte des Bogens nach hinten hervorragt, und die zwei Querfortsätze, processus transversi (Taf. 2; 5g, 6g, 7h, 8e, 9e, 10e).

Von den Gelenkfortsätzen hat jeder Wirbel zwei obere (Taf. 2; 7f, 8f, 9g, 10g) und zwei untere (Taf. 2; 7g), von denen jedesmal die beiden untern mit den beiden obern des nächstfolgenden Wirbels verbunden sind.

Auch treten die Wirbelkörper durch dazwischengelegte Bandscheiben in Verbindung.

Der Körper und Bogen der Wirbel vereinigen sich zu einem Ring, welcher das Rückgratsloch, foramen spinale oder medullare (Taf. 2; 5l, 6l, 8h, 9h, 10h), umgibt. Da wo der Bogen in den Körper übergeht, befindet sich zu beiden Seiten, sowol am obern wie am untern Rande des Bogens, ein Ausschnitt, der Wirbelausschnitt, incisura vertebralis (Taf. 2; 9c, 10c), von welchem je zwei zweier aufeinanderfolgender Wirbel ein Zwischenwirbelloch, foramen intervertebrale, bilden.

Wie schon erwähnt, zerfallen die 24 wahren Wirbel in 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbel, die in ihrer Form wesentlich voneinander verschieden sind.

Die Halswirbel zeichnen sich besonders durch einen kleinen, niedrigen, vorn schwach gewölbten Körper aus, der an seiner obern Fläche von rechts nach links concav, von vorn nach hinten convex, dagegen an der untern von vorn nach hinten concav und von rechts nach links convex ist. Das Rückgratsloch ist sehr weit und hat eine einem Dreieck nahe kommende Gestalt. Besonders bemerkenswerth sind die Querfortsätze, welche kurz und breit sind und in denen ein Loch, das Wirbelloch, foramen vertebrale (Taf. 2; 5h, 6h, 8g), sich befindet. Von den Gelenkfortsätzen sind die obern mit ihren Gelenkflächen schräg nach hinten, die untern dagegen schräg nach vorn gerichtet. Die Dornfortsätze sind kurz, breit, etwas schräg nach abwärts gerichtet und am Ende gabelförmig gespalten (Taf. 2; 8d).

Die Brustwirbel sind im ganzen größer als die Halswirbel, namentlich ist der Körper höher, platt und auf seiner obern und untern Fläche herzförmig gestaltet; der Umfang ist gewölbter und hat an jeder Seite zwei halbe Gelenkflächen für die Articulation der Rippenköpfchen, nur am elften und zwölften Wirbel befindet sich eine ganze Gelenkfläche. Das Rückgratsloch ist bei den Brustwirbeln, namentlich bei den obern, enger und rundlich. Die Querfortsätze sind länger als bei den Halswirbeln, rundlich und haben an ihrem Ende eine Gelenkfläche, superficies articularis (Taf. 2; 9f), für das Rippenhöckerchen, tuberculum costae. Während bei den Halswirbeln die Gelenkfortsätze schräg stehen, stehen sie bei den Brustwirbeln fast senkrecht, und zwar die obern mit den Gelenkflächen gleichfalls nach hinten, die untern nach vorn gerichtet. Die Dornfortsätze sind lang und dachziegelartig übereinandergelegt, und schwellen gegen das Ende etwas an.

Die Lendenwirbel sind von allen [illegible] die größten und stärksten, und nähe der Körper beweibt auf seiner obern wie untern Fläche ein ziemlich regelmäßiges Oval, das nur um den Rückenmarkskanal [illegible] abgeplattet ist. Letztere aber [illegible] nung, die etwas weiter als bei den Brustwirbeln [illegible] Die sogenannten Querfortsätze sind nur [illegible]

haben keine Gelenkgrube wie die der Bruſtwirbel, da ſich an den Lendenwirbeln keine Rippen anſetzen. Die Gelenkfortſätze ſtehen ſenkrecht, und ſtehen die obern mit ihren concaven Gelenkflächen nach innen, die untern dagegen, welche im Gegenſatz convexe Gelenkflächen beſitzen, ſind nach außen gerichtet. Die Dornfortſätze ſtehen gerade nach hinten und ſind an den Seiten plattgedrückt.

Der Atlas.

Ausgezeichnet vor den übrigen wahren Wirbeln ſind die beiden erſten, von welchen der Atlas (Taf. 2; 5, 6) derjenige iſt, welcher den Kopf unmittelbar trägt. Derſelbe iſt ziemlich ringförmig, mit einem vordern und hintern Bogen, arcus anterior und arcus posterior (Taf. 2; 5a und 5b, 6a und 6b), auch beſitzt er keinen Körper und ebenſo wenig einen Dornfortſatz. An der äußern Seite in der Mitte des vordern Bogens befindet ſich eine kleine Erhöhung, der vordere Atlashöcker, tuberculum atlantis anticum (Taf. 2; 6m), eine gleiche an der Mitte des hintern Bogens, der hintere Atlashöcker, tuberculum atlantis posticum (Taf. 2; 5d), entſprechend dem Dornfortſatze. An der hintern Seite des vordern Bogens befindet ſich in der Mitte eine kleine runde Gelenkfläche für den Zahnfortſatz des zweiten Halswirbels, superficies glenoidalis (Taf. 2; 5e). Zu beiden Seiten, wo die Bogen aneinanderſtoßen, liegen die dicken Seitentheile, partes oder massae laterales (Taf. 2; 5c, 6c), an deren innerer Fläche ein kleiner Vorſprung, der ſeitliche Atlashöcker, tuberculum atlantis laterale (Taf. 2; 5k), ſich befindet. Die obern Gelenkfortſätze ſind wenig über die Seitentheile erhaben und bilden concave Gelenkgruben, fossae condyloideae (Taf. 2; 5f), für die Gelenkfortſätze des Hinterhauptsbeins. Hinter den Gelenkgruben befindet ſich eine Oeffnung oder eine Rinne für die Wirbelarterie, arteria vertebralis (Taf. 2; 5i). Die untern Gelenkfortſätze, superficies articularis pro epistropheo (Taf. 2; 6n), ſind ebenfalls platt und wenig über die Seitentheile erhaben. Sie ſind ſchräg nach außen gerichtet und articuliren mit den obern Gelenkfortſätzen des zweiten Halswirbels.

Der Epiſtropheus.

Der zweite Halswirbel, Umdreher, epistropheus (Taf. 2; 7), iſt ſchon den übrigen Halswirbeln viel ähnlicher. Er beſitzt wie dieſe einen Körper, corpus (Taf. 2; 7a), nur daß an deſſen oberer Seite ein Zapfen, der Zahnfortſatz, processus odontoideus (Taf. 2; 7b), hervorragt, der an ſeinem vordern Umfange eine Gelenkfläche, superficies glenoidalis (Taf. 2; 7d), beſitzt, welche mit der entſprechenden des vordern Bogens des Atlas articulirt. Der obere rundliche Theil des Zahnfortſatzes, das Köpfchen, capitulum, ſteht durch einen dünnern Theil, den Hals, collum (Taf. 2; 7c), mit dem Körper des Epiſtropheus in Verbindung und endigt in eine Spitze, apex (Taf. 2; 7e). Die obern Gelenkfortſätze ſind flach und ſchräg nach außen abhängend, während die untern wie bei allen Halswirbeln ſind. Der Dornfortſatz des Epiſtropheus iſt breiter als bei allen andern Halswirbeln und nächſt dem des ſiebenten auch der längſte.

Die falſchen Wirbel.

Die falſchen Wirbel, vertebrae spuriae, ſetzen einestheils das Kreuzbein, os sacrum (Taf. 2; 11, 12), anderntheils das Steißbein, os coccygis (Taf. 2; 13, 14), zuſammen.

Das Kreuzbein.

Das Kreuz- oder heilige Bein, os sacrum (Taf. 2; 11, 12), hat die Geſtalt einer vierſeitigen Pyramide, die mit der Spitze nach unten gekehrt iſt. Die vordere und hintere Fläche, von welcher die erſtere concav, die letztere convex iſt, ſind die breitern, die ſeitlichen, welche mit den Hüftbeinen in Verbindung treten, die ſchmälern. Außerdem unterſcheidet man noch die Baſis, welche mit dem fünften Lendenwirbel durch ein Gelenk verbunden iſt, und die Spitze, welche nach vorn gebogen iſt.

Die Baſis, basis (Taf. 2; 11b, 12b), hat auf ihrer nach oben gerichteten Fläche zwei Gelenkfortſätze, processus obliqui superiores (Taf. 2; 11a, 12a). Ihr vorderer Umfang iſt wie der eines Lendenwirbels und heißt das Vorgebirge, promontorium. Sie hinten umſchließt der Bogen den Eingang in den Kreuzbeinkanal, aditus ad canalem sacralem (Taf. 2; 12f).

Die Spitze, apex (Taf. 2; 11c, 12c), iſt nach innen gebogen und hat eine überknorpelte Gelenkfläche für das Steißbein.

Die vordere Fläche, welche concav iſt, zeigt an vier Stellen, wo ſich die Körper der falſchen Wirbel verbinden und miteinander verwachſen, vier erhabene Querleiſten, außerdem auf jeder Seite des Körpers vier vordere Kreuzbeinlöcher, foramina sacralia anteriora (Taf. 2; 11d).

Die hintere convexe Fläche läßt zunächſt die falſchen Fortſätze, processus spurii, erkennen, und zwar die falſchen Dornfortſätze, processus spinosi spurii (Taf. 2; 12b), ſowie die verwachſenen falſchen Quer- und Gelenkfortſätze, processus transversi und processus obliqui spurii (Taf. 2; 12i). Ferner bemerkt man zwiſchen den falſchen Querfortſätzen, nach auf. von den falſchen Gelenkfortſätzen, auf jeder Seite vier hintere Kreuzbeinöffnungen, foramina sacralia posteriora (Taf. 2; 12d). Gegen die Spitze zu bilden die untern falſchen Gelenkfortſätze des letzten Kreuzbeinwirbels die beiden Kreuzbeinhörner, cornua sacralia (Taf. 2; 12k), zwiſchen welchen ſich der Ausgang des Kreuzbeinkanals, exitus canalis sacralis (Taf. 2; 12g), befindet.

Die Seitenflächen articuliren mit dem Hüftbein und haben zu dieſem Zwecke eine Gelenkfläche, die ohrartige, facies auricularis (Taf. 2; 12e).

Das Steißbein.

Das Steiß-, Schwanz- oder Kukuksbein, os coccygis (Taf. 2; 13, 14), bildet das untere Ende der Wirbelſäule. Daſſelbe beſteht aus vier falſchen Wirbeln, vertebrae spuriae (Taf. 2; 13a, b, c, d. 14a, b, c, d). In Verbindung tritt das Steißbein mit dem Kreuzbein, und zwar mit ſeinem oberſten falſchen Wirbel.

Der oberſte falſche Wirbel (Taf. 2; 13a, 14a) iſt der größte und hat an ſeiner obern nach dem Kreuzbein zu gekehrten Seite eine Gelenkfläche für dieſes, die cavitas articularis (Taf. 2; 13e). Gleichſam die obern Gelenkfortſätze bilden die beiden Steißbeinhörner, cornua coccygea (Taf. 2; 13f, 14f), welche durch Bandmaſſe mit den Kreuzbeinhörnern verbunden ſind. An der Seite befinden ſich kleine Erhabenheiten, die falſchen Querfortſätze, processus transversi spurii (Taf. 2; 13g, 14g).

Die übrigen falſchen Wirbel des Steißbeins verjüngen ſich nach der Spitze zu immer mehr und vereinigen ſich untereinander entweder mit Knochen- oder Bandmaſſe, ſodaß ſie ein bewegliches Ganzes bilden.

Tafel 3.

Außer einem Profildurchschnitt des Schädels bringt uns diese Tafel einzelne Theile desselben, welche entweder auf der vorigen Tafel noch nicht zur Anschauung gebracht werden konnten, oder welche wegen ihrer complicirten Verhältnisse noch einer besondern Darstellung für sich bedürfen. Hierher gehört namentlich das Schläfenbein, das Keilbein und der Oberkiefer.

Figur 1. Profildurchschnitt des Schädels.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Os parietale, Scheitelbein.
C. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
D. Os sphenoideum, Keilbein.
E. Os temporum, Schläfenbein.
F. Os ethmoideum, Riechbein; lamina perpendicularis, senkrechte Tafel.
G. Vomer, Pflugschar.
H. Os nasale, Nasenbein.
I. Os maxillare superius, Oberkiefer.
K. Os turbinatum inferius, oder concha inferior, untere Nasenmuschel.
L. Os palatinum, Gaumenbein.
M. Os maxillare inferius, Unterkiefer.
a. Sulcus anticus arteriae meningeae mediae, vordere Schlagaderfurche.
b. Sulcus posticus arteriae meningeae mediae, hintere Schlagaderfurche.
c. Sutura coronalis, Kranznaht.
d. Sutura lambdoidea, Hinterhauptsnaht.
e. Sutura squamosa, Schuppennaht.
f. Sulcus transversus, Querfurche (für den Querblutleiter).
g. Spina frontalis interna, innerer Stirnstachel.
h. Sinus sphenoidalis, Keilbeinhöhle.
i. Fossa sellae turcicae pro glandula pituitaria, Grube des Türkensattels.
k. Dorsum ephippii, Lehne des Türkensattels.
l. Clivus, schiefe Ebene des Türkensattels.
m. Processus pterygoideus ossis sphenoidei ala interna, flügelförmiger Fortsatz des Keilbeins, inneres Blatt.
n. Ala externa processus pterygoidei, flügelförmiger Fortsatz des Keilbeins, äußeres Blatt.
o. Hamulus pterygoideus, Haken des flügelförmigen Fortsatzes.
p. Processus clinoideus anterior.
q. Pars condyloidea ossis occipitis, Gelenktheil des Hinterhauptsbeins.
r. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Gelenktheilloch des Hinterhauptsbeins.
s. Spina occipitalis externa, äußerer Hinterhauptsstachel.
t. Incisura jugularis, Drosseladereinschnitt.
u. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
v. Fissura aquaeductus vestibuli, Spalte der Vorhofswasserleitung.
w. Sinus frontalis, Stirnhöhle.
x. Processus nasalis ossis maxillaris superioris, Nasenfortsatz des Oberkiefers.
y. Processus palatinus ossis maxillaris superioris, Gaumenfortsatz des Oberkiefers.
z. Foramen incisivum, Schneidezahnloch.
α. Processus pyramidalis ossis palatini, Pyramidenfortsatz des Gaumenbeins.
β. Foramen sphenopalatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
γ. Corpus ossis maxillaris inferioris, Körper des Unterkiefers.
δ. Mentum, Kinn.
ε. Spina mentalis interna, innerer Kinnstachel.
ζ. Linea obliqua interna, innere schräge Linie.
η. Angulus maxillae inferioris, Kieferwinkel.
ϑ. Foramen maxillae posterius oder Foramen alveolare inferius, Eingang zum Kieferkanal.
ι. Processus condyloideus oder condylus maxillae inferioris, Gelenkfortsatz des Unterkiefers.
κ. Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.

Figur 2. Aeußere Fläche des linken Schläfenbeins ossis temporum (s. auch Taf. 2, Fig. 2).

A. Pars squamosa, Schuppentheil.
B. Pars mastoidea oder mammillaris, Zitzen- oder Warzentheil.
C. Pars petrosa oder os petrosum, Felsentheil oder Felsenbein.
a. Processus zygomaticus, Jochbeinfortsatz.
b. Tuberculum articulare, Gelenkhöcker.
c. Fossa articularis, Gelenkgrube.
d. Fissura Glaseri, Glaser'sche Spalte.
e. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
f. Processus mastoideus, Warzenfortsatz.
g. Foramen mastoideum, Warzenloch.
h. Incisura mastoidea, Warzeneinschnitt.
i. Processus styloideus, Griffelfortsatz.

Figur 3. Innere Fläche des linken Schläfenbeins, ossis temporum (s. auch Taf. 2, Fig. 4 und Taf. 3, Fig. 1).

A. Pars squamosa, Schuppentheil.
B. Pars mastoidea, Warzentheil.
C. Pars petrosa, Felsentheil.
a. Impressiones digitatae, Fingereindrücke.
b. Juga cerebralia, Gehirnerhöhungen.
c. Processus zygomaticus, Jochfortsatz.
d. Processus mastoideus, Warzenfortsatz.
e. Fossa sigmoidea, Sigmaförmige Grube.
f. Foramen mastoideum, Warzenloch.
g. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
h. Spitze des Felsentheils mit der Oeffnung des Kanals der Carotis.
i. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
k. Margo oder angulus petrosus, Felsenbeinrand oder Felsenbeinwinkel.
l. Aquaeductus vestibuli, Vorhofswasserleitung.
m. Eminentia arcuata.

Figur 4. Obere Fläche des Keilbeins, ossis sphenoidei (s. auch Taf. 2, Fig. 4).

A. Corpus oder basis ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
B. Alae parvae oder processus [illegible], kleine Flügel des Keilbeins.
C. Alae magnae (superficies [illegible], große Flügel des Keilbeins (Gehirnfläche).
a. Processus clinoidei medii.
b. Sella turcica auf der fossa pro glandula pituitaria, Türkensattel mit der Grube für den Gehirnanhang.
c. Processus clinoidei [illegible].
d. Sulcus caroticus, [illegible].
e. Processus clinoidei [illegible].
f. Foramen [illegible], [illegible].
g. Fissura [illegible], obere [illegible]spalte.
h. Foramen [illegible], [illegible].
i. Foramen [illegible], [illegible].

k. Foramen spinosum, Dornenloch.
l. Processus spinosus, Dornenfortſatz.
m. Lingula, Zünglein.
n. Crista sphenoidalis, Keilbeinleiſte.
o. Margo superior, oberer Rand, zur Verbindung mit dem Stirnbein.
p. Margo posterior superior, hinterer Rand zur Verbindung mit dem Schuppentheil des Schläfenbeins.
q. Clivus Blumenbachii.

Figur 5. Vordere Fläche des Keilbeins, ossis sphenoidei.

A. Corpus, Körper.
B. Alae parvae, kleine Flügel.
C. Alae magnae, große Flügel.
D. Processus pterygoidei, Gaumenflügel oder flügelförmige Fortſätze.
a. Processus clinoidei posteriores.
b. Sella turcica, Türkenſattel.
c. Sinus sphenoidales, Keilbeinhöhlen, Oeffnung derſelben.
d. Crista sphenoidalis, Keilbeinleiſte.
e. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenſpalte.
f. Superficies orbitalis alae magnae ossis sphenoidei, Augenhöhlenfläche des großen Flügels des Keilbeins.
g. Foramen rotundum, rundes Loch.
h. Canalis Vidianus, Vidianiſcher Kanal.
i. Processus spinosus, Dornenfortſatz.
k. Sulcus pterygoideus, Flügelfortſatzrinne.
l. Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des flügelförmigen Fortſatzes.
m. Ala interna processus pterygoidei, innerer Flügel des flügelförmigen Fortſatzes.
n. Incisura pterygoidea, Einſchnitt des Gaumenflügels.
o. Hamulus pterygoideus, Haken des flügelförmigen Fortſatzes.

Figur 6. Obere Fläche des Siebbeins, ossis ethmoidei.

A. Lamina cribrosa oder horizontalis, Siebplatte oder horizontale Platte.
B. Labyrinthus, Labyrinth.
C. Lamina perpendicularis, perpendiculäre Platte.
a. Crista galli, Hahnenkamm.
b. Foramina cribrosa, Sieblöcher.
c. Lamina papyracea, Papierplatte.

Figur 7. Untere Fläche des Siebbeins, ossis ethmoidei.

A. Labyrinthus, Labyrinth.
B. Lamina perpendicularis, ſenkrechte Platte.
C. Lamina cribrosa, Siebplatte.
a. Processus uncinatus, Hakenfortſatz.
b. Concha media, mittlere Naſenmuſchel.
c. Concha superior, obere Naſenmuſchel.

Figur 8. Oberkiefer, os maxillare superius, mit umgebenden Theilen von außen.

Man ſieht in dieſer Figur das linke Oberkieferbein, die innere Wand der knöchernen Augenhöhle, und die Flügelgaumengrube, fossa spheno-maxillaris oder palatina mit deren nächſter Umgebung.

A. Os frontis, Stirnbein.
B. Os nasale, Naſenbein.
C. Os maxillare, Oberkieferbein.
D. Os palatinum (pars perpendicularis), Gaumenbein (ſenkrechte Platte).
E. Os ethmoideum (lamina papyracea), Siebbein (Papierplatte).
F. Os lacrymale, Thränenbein.
G. Os sphenoidale, Keilbein.
a. Fossa pro sacco lacrymali, Grube für den Thränenſack.
b. Foramen infraorbitale, Oeffnung am untern Rande der Augenhöhle.
c. Canalis infraorbitalis, Kanal an der untern Fläche der Augenhöhle.
d. Foramina ethmoidalia, Riechbeinöffnungen.
e. Sinus maxillaris oder antrum Highmori, Oberkieferhöhle oder Highmor'ſche Höhle.
f. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Gaumenflügel des Keilbeins.
g. Canalis pterygo-palatinus, Flügel-Gaumenkanal.
h. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
i. Processus orbitalis ossis palatini, Augenhöhlenfortſatz des Gaumenbeins.
k. Processus sphenoidalis ossis palatini, Keilbeinfortſatz des Gaumenbeins.
l. Pars orbitalis ossis frontis, Augenhöhlentheil des Stirnbeins.
m. Processus clinoideus anterior ossis sphenoidei.
n. Sella turcica, Türkenſattel.
o. Foramen opticum, Sehnervenloch.
p. Processus clinoideus posterior ossis sphenoidei.
q. Canalis caroticus, Carotiſcher Kanal.
r. Lingula ossis sphenoidei, Zünglein des Keilbeins.
s. Canalis Vidianus, Vidianiſcher Kanal.
t. Processus styloideus ossis temporum, griffelförmiger Fortſatz des Schläfenbeins.

Figur 9. Oberkiefer, os maxillare superius mit umgebenden Theilen von innen.

Man ſieht auf dieſer Figur den Theil des linken Oberkieferbeins, welcher die äußere Wand der linken knöchernen Naſenhöhle mit deren Muſcheln bildet.

A. Os frontis, pars frontalis, Stirntheil des Stirnbeins.
B. Corpus ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
C. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Gaumenflügel des Keilbeins.
D. Pars perpendicularis ossis palatini, ſenkrechter Theil des Gaumenbeins.
E. Pars horizontalis ossis palatini, horizontaler Theil des Gaumenbeins.
F. Processus palatinus maxillae superioris, Gaumenfortſatz des Oberkieferbeins.
G. Concha inferior, untere Naſenmuſchel.
H. Lamina nasalis ossis ethmoidei, Naſenplatte des Siebbeins.
I. Processus frontalis oder nasalis maxillae superioris, Stirn- oder Naſenfortſatz des Oberkiefers.
K. Os nasale, Naſenbein.
a. Sinus frontalis ossis frontis, Stirnbeinhöhle.
b. Sinus ethmoidalis, Siebbeinzelle.
c. Sinus sphenoidalis, Keilbeinhöhle.
d. Concha superior, obere Naſenmuſchel.
e. Concha media, mittlere Naſenmuſchel.
f. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.
g. Ala interna processus pterygoidei, innerer Flügel des Gaumenflügels.

h. Ala externa processus pterygoidei, äußerer Flügel des Gaumenflügels.
i. Exitus canalis lacrymalis, Ausgang des Thränenkanals.
k. Canalis incisivus, Schneidezahnkanal.
l. Sulcus pro nervo ethmoidali, Rinne für den nervus ethmoidalis.

Figur 10. Rechtes Gaumenbein, os palatinum dextrum, von innen.

A. Pars horizontalis, horizontaler Theil.
B. Pars perpendicularis, senkrechter Theil.
C, Processus orbitalis, Augenhöhlenfortsatz.
D. Processus sphenoidalis, Keilbeinfortsatz.
a. Crista nasalis, Nasenleiste.
b. Spina nasalis posterior, hinterer Nasenstachel.
c. Linea transversa oder crista turbinalis inferior, untere Querlinie, oder untere Leiste für die Nasenmuschel.
d. Linea transversa oder crista turbinalis superior, obere Querlinie, oder obere Leiste für die Nasenmuschel.
e. Incisura spheno-palatina, Keilbein-Gaumeneinschnitt.
f. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.

Figur 11. Rechtes Gaumenbein, os palatinum dextrum, von außen.

A. Pars perpendicularis, senkrechter Theil.
B. Processus pyramidalis, Pyramidenfortsatz.
C. Processus orbitalis, Augenhöhlenfortsatz.
D. Processus sphenoidalis, Keilbeinfortsatz.
a. Sulcus palatinus, Gaumenrinne.
b. Incisura spheno-palatina, Keilbein-Gaumeneinschnitt.
c. Foramen spheno-palatinum, Keilbein-Gaumenöffnung.

Figur 12. Unterkiefer, maxilla inferior, von vorn.

A. Corpus oder pars horizontalis, Körper oder horizontaler Theil.
B. Ramus oder processus, Ast oder Fortsatz.
a. Basis oder margo inferior corporis, Basis oder unterer Rand des Körpers.
b. Margo alveolaris, Zahnhöhlenrand.
c. Spina oder protuberantia mentalis externa, äußerer Kinnstachel.
d. Foramen mentale oder maxillare anterius, Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung.
e. Linea obliqua externa, äußere schräge Linie.
f. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
g. Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
h. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
i. Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.
k. Dentes incisivi, Schneidezähne.
l. Dens angularis sinister, linker Eckzahn.
m. Dentes molares, Backzähne.

Figur 13. Unterkiefer, maxilla inferior, von oben.

A. Corpus, Körper.
B. Ramus, Ast.
a. Spina mentalis externa, äußerer Kinnstachel.
b. Spina mentalis interna, innerer Kinnstachel.
c. Foramen mentale, Kinnöffnung.
d. Linea obliqua externa, äußere schräge Linie.
e. Basis oder margo inferior corporis, Basis oder unterer Rand des Körpers.
f. Foramen maxillare posterius, hinteres Unterkieferloch.
g. Lingula, Zünglein.
h. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
i. Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
k. Incisura semilunaris oder sigmoidea, halbmondförmiger Einschnitt.
l. Collum processus condyloidei, Hals des Gelenkfortsatzes.
m. Dentes incisivi, Schneidezähne.
n. Dentes angulares, Eckzähne.
o. Dentes molares, Backzähne.

Figur 14. Zungenbein, os hyoideum.

a. Corpus, Körper.
b. Cornua majora, große Hörner.
c. Cornua minora, kleine Hörner.
d. Tubercula cornuum majorum, Köpfchen an den großen Hörnern.

Figur 15. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, von vorn.

a. Corona, Krone.
b. Collum, Hals.
c. Radix, Wurzel.

Figur 16. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, von der Seite.

Figur 17. Oberer mittlerer Schneidezahn, dens incisivus superior medius, im Durchschnitt.

a. Cavum dentis, Zahnhöhle.
b. Canalis dentis, Zahnkanal.

Figur 18. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, von vorn.

Figur 19. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, von der Seite.

Figur 20. Unterer Eckzahn, dens caninus inferior, im Durchschnitt.

Figur 21. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, von vorn.

Figur 22. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, von der Seite.

Figur 23. Vorderer Backzahn, dens buccalis anterior, im Durchschnitt.

Figur 24. Hinterer Backzahn, dens molaris oder buccalis posterior, von vorn.

Figur 25. Hinterer Backzahn, dens molaris, von der Seite.

Figur 26. Hinterer Backzahn, dens molaris, im Durchschnitt.

Figur 27. Gehörknöchelchen, ossicula auditoria, in natürlicher Größe, einzeln.

a. Malleus, Hammer.
b. Incus, Amboß.
c. Stapes, Steigbügel.

Figur 28. Hammer.

a. Caput, Kopf.
b. Collum, Hals.
c. Manubrium, Handgriff.
d. Processus longus oder follanus, langer Fortsatz.
e. Gelenkfläche für den Amboß.

Figur 29. Amboß.

a. Corpus, Körper.
b. Gelenkgrube für den Hammer.
c. Processus brevis, kurzer Fortsatz.
d. Processus longus, langer Fortsatz.
e. Ossiculum lenticulare Sylvii, des Sylvius linsenförmiges Knöchelchen.

Figur 30. Steigbügel.

a. Capitulum, Köpfchen.
b. Crura, Schenkel.
c. Basis, Basis oder Fußtritt.

Figur 31. Gehörknöchelchen, ossicula auditoria, verbunden.

a. Caput mallei, Kopf des Hammers.
b. Collum mallei, Hals des Hammers.
c. Manubrium mallei, Handgriff des Hammers.
d. Processus longus mallei, langer Fortsatz des Hammers.
e. Processus brevis oder obtusus mallei, kurzer Fortsatz des Hammers.
f. Corpus incudis, Körper des Amboßes.
g. Processus brevis incudis, kurzer Fortsatz des Amboßes.
h. Processus longus incudis, langer Fortsatz des Hammers.
i. Crus stapetis, Schenkel des Steigbügels.
k. Basis stapetis, Fußtritt des Steigbügels.

Figur 32. Linkes Labyrinth, labyrinthus osseus sinister, von vorn.

A. Cochlea, Schnecke.
B. Vestibulum, Vorhof.
C. Canalis semicircularis superior, oberer halbcirkelförmiger Bogengang.
C′. Canalis semicircularis inferior, unterer halbcirkelförmiger Bogengang.
C″. Canalis semicircularis externus, äußerer halbcirkelförmiger Bogengang.
a. Cupula cochleae, Spitze der Schnecke.
b. Fenestra rotunda, rundes Fenster.
c. Fenestra ovalis, ovales Fenster.
d. Ampulla ossea, knöcherne Ampulle.

Figur 33. Linkes Labyrinth, labyrinthus osseus sinister, von innen.

A. Cochlea, Schnecke.
B. Vestibulum, Vorhof.
C. Canalis semicircularis superior, oberer halbcirkelförmiger Bogengang.
C′. Canalis semicircularis inferior, unterer halbcirkelförmiger Bogengang.
C″. Canalis semicircularis externus, äußerer halbcirkelförmiger Bogengang.
a. Modiolus, Spindel.
b. Canalis centralis modioli, Centralkanal der Spindel.
c. Tractus spiralis foraminalentus, durchlöcherter Spirallauf.
d. Foramen rotundum, rundes Loch.
e. Ampulla ossea, knöcherne Ampulle, flaschenförmige Erweiterung der halbcirkelförmigen Kanäle, an deren einem sich in den Vorhof öffnenden Ende.

Das Schläfenbein.

Die Schläfenbeine, ossa temporum (Taf. 3, Fig. 2, 3), liegen zu beiden Seiten des Schädels und werden vorzugsweise begrenzt von dem Keilbeine, Scheitelbeine und Hinterhauptsbeine. Man unterscheidet an demselben drei Abschnitte: den Schuppentheil, Zitzentheil und Felsentheil. Verbindungen geht das Schläfenbein ein mit dem Keilbeine, Scheitelbeine, Hinterhauptsbeine, Jochbeine und dem Unterkiefer.

Der Schuppentheil, pars squamosa (Taf. 3, Fig. 2A, 3A) bildet den obersten Theil des Schläfenbeins, ist plattenförmig und besitzt eine äußere und innere Fläche.

Von der äußern Fläche geht in horizontaler Richtung der Jochfortsatz, processus zygomaticus (Taf. 3, Fig. 2a, 3c) aus, unter dessen Wurzel sich die Gelenkgrube, fossa articularis oder cavitas glenoidalis (Taf. 3, Fig. 2c), für den Gelenkknopf des Unterkiefers befindet. Vor der Gelenkgrube bildet der Gelenkhügel, tuberculum articulare (Taf. 3, Fig. 2b), einen Knochenwulst. Die Glaser'sche Spalte, fissura Glaseri (Taf. 3, Fig. 2d), welche der Paukensaite, chorda tympani, einem Zweige des Gesichtsnerven, nervus facialis, zum Durchgang dient, befindet sich an der pars petrosa, an der untern vordern Seite des Schläfenbeins.

Die innere Fläche des Schuppentheils, welche schwach concav ist, zeigt wie die übrigen Schädelknochen die Schlagaderfurchen, sulci arteriosi, der arteria meningea media (Taf. 3, Fig. 1, die Zweige, welche von a aus über E laufen), ferner die Fingerförmigen Eindrücke, impressiones digitatae (Taf. 3, Fig. 3a) und die Gehirnerhöhungen, juga cerebralia (Taf. 3, Fig. 3b).

Der Zitzen- oder Warzentheil, pars mastoidea oder mammillaris (Taf. 3, Fig. 2B, 3B), liegt hinter und unter dem Schuppentheil und ragt spitz nach unten als Warzenfortsatz, processus mastoideus (Taf. 3, Fig. 2f, 3d), hervor. Der Warzentheil gehört zu den spongiösen Knochen; an ihm ist noch bemerkenswerth auf der äußern Seite der Warzeneinschnitt, incisura mastoidea (Taf. 3, Fig. 2h) und das Warzenloch, foramen mastoideum (Taf. 3, Fig. 2g, 3f), durch welches ein Blutgefäß geht, und auf der innern Seite die Sigmaförmige Grube, fossa sigmoidea (Taf. 3, Fig. 3e).

Der Felsentheil des Felsenbeins oder die Pyramide, pars petrosa, os petrosum oder pyramis (Taf. 3, Fig. 2C, 3C), ist der wichtigste Theil des Schläfenbeins; denn es enthält eins der bedeutendsten Sinneswerkzeuge, das Gehörorgan. Es bildet eine dreiseitige, schräg von außen und hinten nach innen und vorn liegende Pyramide, an welcher man die Basis, Spitze und drei Flächen unterscheidet.

Die Basis, basis ossis petrosi, ist nach außen gerichtet, liegt zwischen dem Joch- und Zitzenfortsatz und zeigt den äußern Gehörgang, meatus auditorius externus (Taf. 3, Fig. 2e).

Die Spitze, apex ossis petrosi, liegt nach innen, stößt an den Körper des Keilbeins und hat eine Oeffnung, durch welche die große Kopfschlagader, arteria carotis, hindurchgeht (Taf. 3, Fig. 3h).

Von den drei Flächen des Felsenbeins unterscheidet man eine vordere, hintere und untere Fläche, von denen die beiden erstgenannten im Innern des Schädels, die letztere nach außen liegen. Die vordere und hintere Fläche stoßen durch den Felsenbeinrand oder Felsenbeinwinkel, margo oder angulus petrosus (Taf. 3, Fig. 3k), zusammen. Zu bemerken ist noch an der hintern Fläche der innere Gehörgang, meatus auditorius internus (Taf. 3, Fig. 1u, 3i), sowie die Vorhofswasserleitung, aquaeductus vestibuli (Taf. 3, Fig. 1v, 3l). Das innere Gehörorgan wird äußerlich angedeutet durch die eminentia arcuata (Taf. 3,

Fig. 3m). Von der untern Fläche geht ein dünner, langer und spitzer Knochenfortsatz aus, der Griffelfortsatz, processus styloideus (Taf. 3, Fig. 2i, 3g), welcher Muskeln zum Ansatz dient.

Das Keilbein.

Das Keilbein, os sphenoideum, auch pars sphenoidea ossis basilaris (Taf. 3, Fig. 4, 5), bildet die Mitte des Schädelgrundes und verbindet sich mit sämmtlichen Schädelknochen, sowie von den Gesichtsknochen mit den Jochbeinen, Gaumenbeinen, den Oberkieferbeinen und der Pflugschar. Man unterscheidet an dem Keilbein vier Theile: den Körper, die beiden großen und kleinen Flügel, und die beiden flügelförmigen Fortsätze.

Der Körper, corpus, diaphysis, basis ossis sphenoidei (Taf. 3, Fig. 1D, 4A, 5A), bildet den mittelsten Theil des ganzen Knochens, von dem die übrigen Theile als Fortsätze ausgehen. Derselbe ist hohl, indem die Keilbeinhöhlen, sinus sphenoidales (Taf. 3, Fig. 1h, 5c), welche durch eine senkrechte Scheidewand in zwei seitliche Hälften getrennt werden, sich in ihm befinden. Der Eingang zu denselben, welcher auf unserer Tafel durch die Oeffnung (Fig. 5c) sichtbar ist, wird durch die Keilbeinhörner, ossicula Bertini oder cornua sphenoidalia, bis auf eine kleine Oeffnung, durch welche die Keilbeinhöhlen mit den Siebbeinzellen in Verbindung stehen, geschlossen.

Was das Aeußere des Keilbeinkörpers betrifft, so hat derselbe sechs Flächen, eine obere, zwei seitliche, eine vordere, eine hintere und eine untere.

Die obere Fläche, der Türken- oder Pferdesattel, sella turcica oder equina (Taf. 3, Fig. 4b, 5b), hat aufzuweisen die Grube für den Gehirnanhang, fossa pro glandula pituitaria (Taf. 3, Fig. 4b), ferner die processus clinoidei medii (Taf. 3, Fig. 4a) und processus clinoidei posteriores (Taf. 3, Fig. 4c, 5a), sowie den clivus Blumenbachii (Taf. 3, Fig. 1l, 4q).

Die zwei seitlichen Flächen zeigen die Rinne für die arteria carotis, sulcus caroticus (Taf. 3, Fig. 4d), sowie das Zünglein, lingula (Taf. 3, Fig. 4m).

Die vordere Fläche wird durch eine Erhabenheit, die Keilbeinleiste, crista sphenoidalis (Taf. 3, Fig. 4n, 5d), in zwei Hälften getheilt, auf welchen sich die Oeffnungen zu den Keilbeinhöhlen, sinus sphenoidales (Taf. 3, Fig. 5c), befinden.

Die hintere Fläche legt sich an den Grundtheil des Hinterhauptsbeines an, mit welchem sie zu einem Ganzen verwächst, während die untere Fläche, an welchem der Keilbeinschnabel, rostrum sphenoidale, hervorragt, durch diesen mit der Pflugschar in Verbindung tritt.

Die kleinen Flügel oder schwertförmigen Fortsätze, alae parvae oder processus ensiformes (Taf. 3, Fig. 4B, 5B), entspringen mit zwei Wurzeln aus dem vordern und obern Theile des Körpers des Keilbeins und legen sich an die Augenhöhlentheile des Stirnbeins an. Bemerkenswerth sind an ihnen die processus clinoidei anteriores (Taf. 3, Fig. 4e), sowie das Loch für den Sehnerven, foramen opticum (Taf. 3, Fig. 5f).

Die großen Flügel, alae magnae, liegen unter den vorigen und entspringen aus den Seiten des Keilbeinkörpers; zwischen ihnen und den kleinen Flügeln befindet sich eine Spalte, die obere Augenhöhlenspalte, fissura orbitalis superior (Taf. 3, Fig. 4g, 5e), welche Nerven und Venen zum Durchgang dient. Die großen Flügel haben drei Flächen, eine innere, vordere und äußere, welche bei der Bildung der Schädel-, Augen- und Schläfenhöhle sich betheiligen, sowie sechs Ränder, und zwar einen innern obern, vordern obern, vordern untern, hintern obern oder äußern, und hintern untern.

Die innere oder Gehirnfläche, superficies cerebralis (Taf. 3, Fig. 4C), zeigt ebenfalls juga cerebralia und impressiones digitatae, ferner befinden sich drei Oeffnungen auf ihr, das runde Loch, foramen rotundum (Taf. 3, Fig. 4h, 5g), das ovale Loch, foramen ovale (Taf. 3, Fig. 4i), und das Dornenloch, foramen spinosum (Taf. 3, Fig. 4k), welche theils Nerven, die beiden erstern, theils der arteria meningea media, das letztere, zum Durchgang dienen.

Die vordere oder Augenhöhlenfläche, superficies orbitalis (Taf. 3, Fig. 5f), hat die Gestalt eines verschobenen Vierecks und bildet den hintern Theil der äußern Wand der Augenhöhle; zwischen dieser Fläche und dem Oberkiefer befindet sich die untere Augenhöhlenspalte, fissura orbitalis inferior (Taf. 2, Fig. 1S), welche Nerven und Venen zum Durchtritt dient.

Die äußere oder Schläfenfläche, superficies temporalis (Taf. 2, Fig. 1C, 2C, 3F), ist durch eine Querlinie, auf Taf. 2, Fig. 2C die scharfe Kante, in zwei Theile, einen obern und einen untern, getrennt. Am untersten, äußern Winkel des letztern befindet sich der Dornenfortsatz, processus spinosus oder spina angularis, auch ala parva Ingrassiae (Taf. 3, Fig. 4l, 5i), daneben der Ausgang des Dornenloches, foramen spinosum und etwas weiter nach oben das ovale Loch, foramen ovale.

Von den sechs Rändern hilft der innere die obere Augenhöhlenspalte bilden, der obere, margo superior (Taf. 3, Fig. 4n), verbindet sich mit dem Stirn- und Scheitelbeine, der vordere obere stößt an das Jochbein, während der vordere untere die untere Augenhöhlenspalte bilden hilft. Der hintere obere oder äußere Rand, margo posterior superior (Taf. 3, Fig. 4p) legt sich an den Schuppentheil des Schläfenbeins, während der hintere untere Rand, margo posterior inferior, auf unserer Taf. 3 in Fig. 4 der Theil zwischen l und m, den Felsentheil des Schläfenbeins berührt.

Die flügelförmigen Fortsätze, oder Gaumenflügel, processus pterygoidei (Taf. 3, Fig. 5D,) steigen aus der mittlern Fläche der Seitentheile des Körpers, hinter den Gaumen- und Oberkieferbeinen, gerade herab. Gebildet werden sie aus zwei Knochenplatten, die unter einem spitzen Winkel nach vorn zusammenstoßen und dadurch eine nach hinten offene Rinne bilden. Die eine Platte heißt der äußere Flügel, ala externa (Taf. 3, Fig. 5l), die andere der innere Flügel, ala interna (Taf. 3, Fig. 5m). Der letztere endigt in den Haken des flügelförmigen Fortsatzes, hamulus pterygoideus (Taf. 3, Fig. 5o). Am untern Ende trennen sich die beiden Flügel von ihrer Berührungslinie, wodurch der Einschnitt des Gaumenflügels, incisura pterygoidea (Taf. 3, Fig. 5), entsteht. Die von beiden Flügeln gebildete, nach hinten offene Rinne heißt die Gaumenflügelgrube, fossa pterygoidea. Noch zu erwähnen ist nahe der Wurzel der Vidianische Kanal, canalis Vidianus (Taf. 3, Fig. 5h), welcher dem nervus Vidianus und der arteria Vidiana zum Durchgang dient.

Das Siebbein.

Das Riechbein oder Siebbein, os ethmoideum oder cribriforme (Taf. 3, Fig. 6, 7), liegt vorzugsweise in der Nasenhöhle und schließt dieselbe gegen die Schädelhöhle ab. Es verbindet sich mit dem

Stirnbein, dem Keilbein, den Nasenbeinen, dem Oberkiefer, den Gaumenbeinen und der Pflugschar. Man unterscheidet an demselben vier Theile, die Siebplatte, die Perpendicularplatte und zwei Labyrinthe.

Die Siebplatte oder Horizontalplatte, lamina cribrosa oder horizontalis (Taf. 3, Fig. 6A, 7C), steht mit ihrer obern Fläche nach der Schädelhöhle und liegt in dem Riechbeineinschnitte des Stirnbeins (Taf. 2, Fig. 4), vor dem Körper des Keilbeins. An ihr sind bemerkenswerth die Siebbeinlöcher, foramina cribrosa (Taf. 3, Fig. 6b), welche vorzugsweise dem Geruchsnerven zum Durchgang dienen, und der Hahnenkamm, crista galli (Taf. 3, Fig. 6a).

Die senkrechte Platte, lamina perpendicularis, bildet mit der vorigen einen rechten Winkel und steigt von deren unterer Fläche in die Nasenhöhle herab, wo sie sich an die Pflugschar anlegt und so mit dieser die Nasenscheidewand bilden hilft, deren obern Theil sie ausmacht.

Die Labyrinthe oder Seitentheile, labyrinthi (Taf. 3, Fig. 6B, 7A), sind ihrer zwei, ein rechtes und ein linkes, und liegen zu beiden Seiten der senkrechten Platte. Sie bilden zwei zarte, leichte Körper, welche in ihrem Innern die durch feine Knochenplättchen gebildeten Siebbeinzellen, sinus ethmoidales, enthalten, die außen durch die Papierplatte, lamina papyracea (Taf. 3, Fig. 6c), welche zugleich die innere Augenhöhlenwand bildet, nach innen durch die Nasenplatte, lamina nasalis, geschlossen werden. Diese Nasenplatte ist durch einen horizontalen Einschnitt in zwei Abtheilungen, eine obere und eine untere, getrennt, welche obere Nasenmuschel, concha superior (Taf. 3, Fig. 7c, 9d), und mittlere Nasenmuschel, concha media (Taf. 3, Fig. 7b, 9e), genannt werden. Eine Querwand theilt auch noch die Siebbeinzellen in vordere und hintere, von welchen erstern der Hakenfortsatz, processus uncinatus (Taf. 3, Fig. 7a), gegen die untere Nasenmuschel, welche einen besondern Knochen bildet, herabgeht.

Die Oberkieferbeine.

Die Oberkieferbeine, ossa maxillaria superiora (Taf. 3, Fig. 8, 9), nehmen den vordern mittlern Theil des Gesichts ein (s. auch Taf. 2, Fig. 1F, 2K, 3A), sind paarig und verbinden sich sowol untereinander, wie mit den Nasenbeinen, dem Stirnbeine, den Thränenbeinen, dem Siebbeine, dem Keilbeine, den Gaumenbeinen, den Jochbeinen, der Pflugschar, und der untern Nasenmuschel. Man unterscheidet an den Oberkieferbeinen den Körper und vier Fortsätze, und zwar den Nasen-, Wangen-, Zahn- und Gaumenfortsatz.

Der Körper, corpus (Taf. 3, Fig. 8c), bildet den mittlern Theil des Knochens. Er ist hohl, und unterscheidet man an demselben vier Flächen, plana, und zwar die Gesichtsfläche, Schläfenfläche, Augenhöhlenfläche und Nasenhöhlenfläche.

Die Gesichtsfläche, planum faciale (Taf. 3, Fig. 1C), bildet den vordern nach außen gerichteten Theil. An ihr ist besonders bemerkenswerth die Oberkiefergrube, fovea maxillaris (Taf. 2, Fig. 1q, 2x), ferner der untere Augenhöhlenrand, margo infraorbitalis (Taf. 2, Fig. 1, 2), und das untere Augenhöhlenloch, foramen infraorbitale (Taf. 3, Fig. 8b, s. auch Taf. 2, Fig. 1p, 2g).

Die Schläfenfläche, planum temporale, bildet den hintern äußern, nach der Schläfengrube zu gelegenen Theil des Oberkieferhöckers, tuber maxillare, sowie die hintern Zahnhöhlenöffnungen, foramina alveolaria posteriora.

Die Augenhöhlenfläche, planum orbitale, ist nach oben gelegen und umschließt den Unt[er]augenhöhlenkanal, canalis infraorbitalis (Taf. Fig. 8c).

Die Nasenhöhlenfläche, planum nasale (Taf. Fig. 9), ist nach innen der Nasenhöhle zugewend[et] An ihr befindet sich der Eingang zur Highmor[s]höhle oder Oberkieferhöhle, antrum Highmori o[der] sinus maxillaris, welche den ganzen innern Raum [des] Oberkiefers einnimmt und welche an dem geöffn[eten] Oberkiefer (Taf. 3, Fig. 8e) sichtbar ist. Außerdem eine Erhabenheit vorhanden, die Nasenmuschelleis[te], Crista turbinalis inferior, zum Ansatz für die unt[ere] Nasenmuschel.

Die Fortsätze, processus, sind:

Der Nasen- oder Stirnfortsatz, processus na[sa]lis oder frontalis (Taf. 2, Fig. 1m, 2d; Taf. 3, Fig. 9J), [ist] nach oben und zeigt an seiner äußern Seite eine [Ri]nne, die Thränenrinne, sulcus lacrymalis, durch [die] er zur Bildung der Thränensackgrube, fossa [la]lacrymalis (Taf. 2, Fig. 2π; Taf. 3, Fig. 8a), und [des] Thränenkanals, canalis lacrymalis, beiträgt.

Der Jochfortsatz oder Wangenfortsatz, [pro]cessus zygomaticus (Taf. 2, Fig. 1n), ist die äußer[e] Verlängerung des Oberkieferbeins, welche sich mit [dem] Wangenbeine verbindet.

Der Zahnhöhlenfortsatz, processus alveol[aris] (Taf. 2, Fig. 2β, 3B), bildet den untersten Theil [des] Oberkiefers, in welchem sich auf jeder Seite acht [Zahn]zellen, alveoli, für zwei Schneide-, einen Ec[k]- fünf Backenzähne befinden. Aeußerlich werden diese durch die Zahnzellenerhabenheiten, juga alveolaria (Taf. 2, Fig. 1v) angedeutet. Außerdem ist noch zu bemerken der vordere Nasenstachel, spina nasalis anterior (Taf. 2, Fig. 1r, 2ξ), sowie der Schneidezahnkanal, canalis incisivus (Taf. 3, Fig. 12, 9[K]), welcher dem nervus nasopalatinus Scarpae und [der] arteria nasopalatina zum Durchgang dient.

Der Gaumenfortsatz, processus palatinus (Taf. [2] Fig. 3A; Taf. 3, Fig. 1y, 9F), bildet den innern unter[n] Theil des Oberkiefers, liegt horizontal und stößt mit demselben Fortsatz des Oberkieferbeins der andern Seite zusammen. Beide zusammen stellen die Gaumennaht, sutura palatina, und die Nasenleiste, crista nasalis, auf welche sich die Pflugschar aufsetzt, dar.

Die Gaumenbeine.

Die Gaumenbeine, ossa palatina (Taf. [3] Fig. 10, 11), liegen zwischen den Oberkieferbeinen und den flügelförmigen Fortsätzen des Keilbeins, und zwar vor diesen und hinter den Gaumenfortsätzen und der Nasenfläche des Oberkiefers. Die Gaumenbeine verbinden sich mit den Oberkieferbeinen, dem Keilbeine, der untern Nasenmuschel und der Pflugschar. Jedes Gaumenbein zerfällt in zwei Theile, einen horizontalen und einen senkrechten.

Der horizontale oder Gaumentheil, pars horizontalis oder palatina (Taf. 2, Fig. 3B; Taf. 3, Fig. 10[A]), legt sich unmittelbar an den Gaumenfortsatz des harten Gaumens an, und trägt, indem er sich mit dem bei andern Seite verbindet, zur Bildung dieses bei. Durch die Vereinigung beider horizontalen Theile entsteht die Gaumennaht, sutura palatina, mit der Nasenleiste, crista nasalis (Taf. 3, Fig. 10a), an deren hinterm Ende der hintere Nasenstachel, spina nasalis posterior (Taf. 3, Fig. 10b), hervorsteht.

Der senkrechte oder aufsteigende Theil, pars perpendicularis oder ascendens (Taf. 3, Fig. 10B, 11A), legt sich nach hinten an die Nasenfläche des Oberkiefers und nach vorn an den flügelförmigen Fortsatz des Oberkieferbeins an. An der innern, der Nasenhöhle zu-

gekehrten Fläche befindet sich die untere Querlinie oder untere Leiste für die untere Nasenmuschel, linea transversa oder crista turbinalis inferior (Taf. 3, Fig. 10c), und die obere Querlinie oder obere Leiste für die mittlere Nasenmuschel, linea transversa oder crista turbinalis superior (Taf. 3, Fig. 10d). An der äußern Fläche ist zu bemerken: die Gaumenrinne, sulcus palatinus, welche zur Bildung des Flügel-Gaumenkanals, canalis pterygopalatinus beiträgt. An dem senkrechten Theile sind noch drei Fortsätze zu unterscheiden, und zwar:

Der Pyramidenfortsatz, processus pyramidalis (Taf. 3, Fig. 11B). Derselbe führt in den Einschnitt des kegelförmigen Fortsatzes des Keilbeins und wird vom innern und äußern Gaumenkanal, canalis palatinus internus und externus, durchbohrt.

Der Augenhöhlenfortsatz, processus orbitalis (Taf. 3, Fig. 10C, 11C), legt sich an die Papierplatte des Siebbeins und an die Augenhöhlenfläche des Oberkiefers an, sodaß er die hintere untere Fläche der Augenhöhle mit bilden hilft.

Der Keilbeinfortsatz, processus sphenoidalis (Taf. 6, Fig. 10D, 11D), legt sich an den Körper des Keilbeins und an die Keilbeinhörner an.

Zwischen dem Augenhöhlenfortsatz und dem Keilbeinfortsatz befindet sich der Keilbein-Gaumeneinschnitt, incisura spheno-palatina (Taf. 3, Fig. 10e, 11b), und die Keilbein-Gaumenöffnung, foramen sphenopalatinum (Taf. 3, Fig. 10f, 11c).

Die untern Nasenmuscheln.

Die untern Nasenmuscheln, ossa turbinata inferiora oder conchae inferiores (Taf. 3, Fig. 9g), liegen zu beiden Seiten an der untern äußern Wand der knochernen Nasenhöhle. Sie sind aus poröser Knochenmasse gebildet und haben eine innere und äußere Fläche, sowie drei Fortsätze, den Thränen-, Oberkiefer- und Siebbeinfortsatz, processus lacrymalis, maxillaris und ethmoidalis. In Verbindung treten die Nasenmuscheln mit dem Oberkiefer, den Gaumenbeinen, den Siebbeinen und den Thränenbeinen. Die innere Fläche, welche frei nach der Nasenhöhle zu sieht, ist convex, während die äußere nach dem Oberkiefer zu gerichtete Fläche concav ist.

Die Pflugschar.

Die Pflugschar oder das Scheidebein, vomer, hat eine senkrechte Richtung, theilt die Nasenhöhle von vorn nach hinten in zwei Theile und erstreckt sich von der Perpendicularplatte des Siebbeins bis zur Nasenleiste. Die Pflugschar hat die Gestalt eines verschobenen Vierecks, zwei Flächen, von denen die eine in die rechte, die andere in die linke Nasenhöhle sieht, sowie vier Ränder, und zwar:

einen obern oder Keilbeinrand, margo sphenoideus, welcher sich mit zwei Flügeln, alae vomeris, an den Keilbeinschnabel anlegt,

einen untern oder Gaumenrand, margo palatinus, welcher sich an die Nasenleiste der Gaumenfortsätze des Oberkiefers und der horizontalen Theile der Gaumenbeine anlegt,

einen vordern oder Siebbeinrand, margo ethmoidalis, welcher sich mit der Perpendicularplatte des Siebbeins verbindet,

einen hintern Rand, margo posterior (Taf. 2, Fig. 3G), welcher frei in den Rachen schaut und die Scheidewand der hintern Rachenhöhlenöffnung bildet.

Der Unterkiefer.

Der Unterkiefer, os maxillare inferius oder maxilla inferior, auch mandibula (Taf. 2, Fig. 1δ, 2k; Taf. 3, Fig. 1M, 12, 13), bildet den tiefsten Theil des Gesichts und schließt dasselbe nach dem Hals zu ab. Er hat eine hufeisenförmige Gestalt, besteht aus dem Körper und zwei Aesten und tritt mit dem Schläfenbein durch ein Gelenk in Verbindung.

Der Körper oder horizontale Theil, corpus (Taf. 3, 1γ, 12A, 13A), ist bogenförmig gekrümmt. Der mittlere untere Theil bildet das Kinn, mentum (Taf. 3, Fig. 1δ). Am Körper unterscheidet man zwei Flächen, eine innere und eine äußere, und zwei Ränder, einen obern und einen untern.

Die äußere Fläche, superficies externa (Taf. 3, Fig. 12A, 13A), trägt in ihrer Mitte den äußern Kinnstachel, spina oder protuberantia mentalis externa (Taf. 3, Fig. 12c, 13a). Zu beiden Seiten davon, etwas nach außen, befindet sich die Kinn- oder vordere Unterkieferöffnung, foramen mentale oder maxillare anticum (Taf. 3, Fig. 12d, 13c), welche den Ausgang des untern Zahnhöhlenkanals, canalis alveolaris inferior, bildet. An den Seitentheilen des Körpers ist noch die äußere schräge Linie, linea obliqua externa (Taf. 3, Fig. 12e), zu bemerken.

Die innere Fläche, superficies interna (Taf. 3, Fig. 1M), zeigt in der Mitte den innern Kinnstachel, spina mentalis interna (Taf. 3, Fig. 1ε, 13b), und die innere schräge Linie, linea obliqua interna (Taf. 3, Fig. 1ξ).

Der obere oder Zahnhöhlenrand, margo alveolaris (Taf. 3, Fig. 12b), enthält 16 Zahnzellen, alveoli, für die vier Schneide- (Taf. 3, Fig. 12K, 13M), zwei Eck- (Taf. 3, Fig. 12l, 13n) und zehn Backenzähne (Taf. 3, Fig. 12m, 13o) des Unterkiefers, die sich äußerlich durch die Zahnhöhlenerhabenheiten, juga alveolaria (Taf. 3, Fig. 12b), markiren.

Der untere Rand oder die Basis, margo inferior oder basis corporis (Taf. 3, Fig. 12a), ist dick, wulstig und dient Muskeln zum Ansatz.

Die Aeste, rami, verbinden sich unter einem Winkel, dem Unterkieferwinkel, angulus maxillae inferioris (Taf. 3, Fig. 1η, 12f), mit dem Körper.

Jeder der beiden Aeste spaltet sich in den Gelenkfortsatz, processus condyloideus oder condylus (Taf. 3, Fig. 1ι, 12g, 13i), welcher in die Gelenkgrube des Schläfenbeins eingefügt ist und daselbst das Unterkiefergelenk bildet, und in den Kronenfortsatz, processus coronoideus, welcher dem Schläfenmuskel zum Ansatz dient. Zwischen dem Gelenkfortsatz und dem Kronenfortsatz befindet sich der halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris oder sigmoidea (Taf. 3, Fig. 1k, 12i, 13K), und an der Innenseite der beiden Aeste das hintere Unterkieferloch, foramen maxillare posterius oder alveolare inferius (Taf. 3, Fig. 1ϑ, 12f), welches den Eingang zum Unterkieferkanal bildet. Daneben befindet sich eine kleine Knochenlamelle, das Zünglein, lingula (Taf. 3, Fig. 13g), und etwas weiter nach unten die Rinne für den musculus mylo-hyoideus.

Das Zungenbein.

Das Zungenbein, os hyoideum oder linguale (Taf. 3, Fig. 14), liegt parallel unter dem untern Rande des Unterkiefers am vordern Theile des Halses über dem Kehlkopfe, ohne direct mit irgendeinem Theile des Skelets in Verbindung zu treten. Man unterscheidet an ihm den Körper, zwei groß-

kleine Hörner. Nur durch lange, schmale Bänder tritt es in Verbindung mit den Griffelfortsätzen der Schläfenbeine und dem Schildknorpel des Kehlkopfes.

Der Körper oder die Basis, corpus oder basis ossis hyoidei (Taf. 3, Fig. 14a), ist das mittlere Stück; es hat eine äußere obere convexe, und eine innere untere concave Fläche. An beide Enden setzen sich

die großen Hörner, cornua majora (Taf. 3, Fig. 14b), an, welche an ihrem freien Ende mit einem rundlichen Knötchen, dem Knöpfchen der großen Hörner, tuberculum cornuum majorum (Taf. 3, Fig. 14d), enden.

Die kleinen Hörner, cornua minora (Taf. 3, Fig. 14c), steigen schräg nach auf- und rückwärts vom Körper da, wo sich derselbe mit den großen Hörnern verbindet.

Die Zähne.

Die Zähne, dentes, mordices (Taf. 3, Fig. 12k, l, m, 13m, n, o, 15—23) sind knochenähnliche Körper, an der Zahl 32, welche mit einem Theile, der Krone, corona (Taf. 3, Fig. 16a), frei in die Mundhöhle hervorragen, mit dem andern Theile, der Wurzel, radix (Taf. 3, Fig. 15c), in den Zahnzellen des Ober- und Unterkiefers stecken; beide Theile werden durch den Hals, collum (Taf. 3, Fig. 15b) miteinander verbunden. Die Zähne bilden zwei Reihen, zu je 16 Stück, welche dem Ober- und Unterkiefer eingefügt sind. Jede Reihe zerfällt wieder in vier Schneidezähne, dentes incisivi (Taf. 3, Fig. 12k, 13m, 15, 16, 17), welche die Mitte des Kiefers einnehmen, zwei Eck- oder Spitzzähne, dentes canini (Taf. 3, Fig. 12l, 13p, 18, 19, 20), von denen der eine rechts, der andere links von den Schneidezähnen seinen Platz hat; und zehn Backzähnen, dentes buccales (Taf. 13, Fig. 12m, 13o, 21—26), welche sich zu je fünf an beiden Seiten den Eckzähnen anschließen; von diesen heißen die sechs größern hintern Mahlzähne, dentes molares (Taf. 13, Fig. 24, 25, 26).

Jeder Zahn hat in seinem Innern eine Höhle, die Zahnhöhle, cavum dentis (Taf. 3, Fig. 17a), zu welcher von der Spitze der Wurzel ein feiner Gang, der Zahnkanal, canalis dentis (Taf. 3, 17b), führt.

Außer den bereits oben erwähnten Theilen: der Krone, dem Halse und der Wurzel, unterscheidet man an jedem Zahne drei Substanzen: den Zahnschmelz oder die Email, substantia vitrea, die Knochen- oder Rindensubstanz, auch Cement genannt, substantia osteoidea, und die Elfenbein- oder Zahnsubstanz, auch das Zahnbein, substantia eburnea oder dentinea.

Die Krone, corona (Taf. 3, Fig. 15a), ist der frei in die Mundhöhle ragende Theil des Zahnes, sie besteht aus Zahnsubstanz und ist außen mit Zahnschmelz überzogen; in das Innere der Krone erstreckt sich ein Theil der Zahnhöhle.

Der Hals, collum (Taf. 3, Fig. 15b), ist der Theil des Zahnes, welcher sich unmittelbar an die Krone anschließt und vom Saume des Zahnfleisches umgeben wird. Er ist hohl und besteht aus Zahnsubstanz, die außen von einer Scheide Knochensubstanz überkleidet wird.

Die Wurzel, radix (Taf. 3, Fig. 15c), bildet den untern Theil des Zahns, welcher in der Zahnzelle steckt. Sie wird von dem Zahnkanale durchsetzt und besteht aus Zahnsubstanz, die außen von Knochensubstanz umgeben ist.

Zur Unterscheidung der verschiedenen Zähne untereinander gibt Bock ein sehr instructives Schema an, das wir hier folgen lassen:

Schneidezähne, dentes incisivi, auch primores oder incisores (Taf. 3, Fig. 12k, 13m, 15, 16, 17).

Es sind vier Stück in jedem Kiefer, welche neben einander in der Mitte der Zahnreihe und am weitesten nach vorn stehen. Man kann zwei rechte und zwei linke, oder zwei innere und zwei äußere Schneidezähne annehmen.

Die Krone ist meißelförmig, breit, glatt, auf der vordern Fläche convex, auf der hintern schmälern und dreieckigen concav, am freien oder Kaurande ist sie breiter, aber dünner, gegen die Wurzel zu schmäler, also dicker. Die Schneide ist mit drei nur aus Schmelz bestehenden Spitzen versehen, die sich aber bald abschleifen. Die Schmelzlage ist vorn dicker, hinten dünner, am dünnsten an den Seiten.

Die Wurzel ist einfach rundlich, stumpf zugespitzt und nicht so lang als bei den andern Zähnen.

Die obern Schneidezähne sind stärker, dicker, breiter und hervorragender als die untern, besonders als die beiden mittlern. Die Richtung ihrer Achsen geht von oben nach unten etwas vorwärts und gegeneinander.

Die untern Schneidezähne sind viel kleiner als die obern; besonders klein ist das innere Paar, das senkrecht steht, während das äußere Paar nach oben auseinanderweicht.

Spitzzähne, dentes canini, auch angulares oder laniarii (Taf. 3, Fig. 12l, 13n, 18, 19, 20).

Es sind zwei Stück in jedem Kiefer, welche getrennt voneinander, der eine am rechten, der andere am linken äußern Schneidezahn steht. Die im Oberkiefer heißen auch Augenzähne, die untern Eck- oder Hundszähne.

Die Krone ist größer, dicker und länger als bei den Schneidezähnen und bildet einen Kegel oder eine Pyramide, die rundlich, stumpf-spitzig, vorn convex und hinten in zwei ungleiche, etwas ausgehöhlte Seitenflächen geschieden ist. Der Schmelz ist dicker, besonders an den Seiten, als bei den Schneidezähnen.

Die Wurzel ist einfach, länger, dicker und spitziger endend als bei den Schneidezähnen, von den Seiten ist sie platt zusammengedrückt.

Die obern Spitz- oder Augenzähne sind stärker und länger als die untern, ihre Krone ist kolbiger und die Wurzel rundlicher.

Die untern Spitz- oder Hundszähne greifen beim Schließen des Mundes zwischen den obern Spitz- und äußern Schneidezahn ein.

Backenzähne, dentes buccales (Taf. 3, Fig. 12m, 13o, 21—26), die hintern drei auf jeder Seite auch Mahlzähne, dentes molares (Taf. 3, Fig. 24, 25, 26), genannt.

Es sind zehn Stück in jedem Kiefer, von denen sich fünf an den rechten, die andern fünf an den linken Spitzzahn anschließen. Die zwei vordern, vorzugsweise dentes buccales genannt, sind die kleinern und besitzen zwei Wurzeln, weshalb sie zweispitzige, bicuspidati, heißen, während die drei hintern, welche den Namen Mahlzähne, dentes molares, führen, größer sind und drei oder sogar vier Wurzeln haben, weshalb sie drei- und vierspitzige, tri- oder quadricuspidati genannt werden.

Die Krone ist mehr breit als hoch, rundlich vierseitig, zackig und eingekeilt. Die Kronen der zweispitzigen Zähne zeigen zwei kurze stumpfe Spitzen, eine äußere höhere und stärkere, und eine innere niedrigere und schwächere. Die Mahlzähne haben die breitesten Kronen, die mit drei, vier oder mehrern Spitzen an der Kaufläche, zwischen denen eine kreuzförmige Vertiefung bleibt, versehen sind.

Die Wurzel ist, wie schon erwähnt, meist gespalten und zwar bei den vordern Backzähnen meist in zwei

Theile, doch kommt es auch vor, daß diese zu einem platten, nur am äußersten Ende gespaltenen Zapfen verwachsen, der aber dann immer noch zwei Kanäle enthält, als wenn die Wurzeln getrennt wären. Die Mahlzähne sind seltener nur mit zwei, häufiger mit vier, meist mit drei Wurzeln versehen.

Die obern Backzähne sind mit ihren Achsen nach außen gerichtet und haben öfter eine Wurzel mehr als die ihnen entsprechenden untern Backzähne.

Die untern Backzähne sind mit ihren Achsen nach innen gerichtet.

Der letzte Backzahn, sowol oberer wie unterer, führt auch den Namen Weisheitszahn, dens sapientiae, er bricht erst in spätern Jahren durch, bleibt auch oft das ganze Leben über im Kiefer verborgen.

Die Schneidezähne, Spitzzähne und vordern Backzähne werden gewechselt, während die Mahlzähne bleibend sind. Die nicht bleibenden Zähne werden Milchzähne, dentes decidui, genannt, während die bleibenden dentes permanentes heißen. Die erstern sind etwas kleiner als die bleibenden, und besitzen auch eine etwas kürzere Wurzel. Das Ausfallen der Milchzähne findet vom sechsten oder siebenten Jahre an statt.

Was die die Zähne bildenden Substanzen betrifft, so stellt das Zahnbein die Grundlage und Hauptsubstanz der Zähne dar. Es umgibt die Zahnhöhle sowie den Zahnkanal und bildet das Innere der Krone, des Halses und der Wurzel. Umgeben ist es an ersterer von der Email, die namentlich an der Kaufläche am dicksten aufgetragen ist und nach dem Halse zu immer dünner wird, während Hals und Wurzel von der Knochensubstanz überzogen werden. Jene ist die dichteste, schwerste, härteste und sprödeste Masse im Körper, sie besteht fast nur aus anorganischen Theilen und ist außerordentlich fest mit dem darunter befindlichen Zahnbein verbunden. Die Knochensubstanz oder der Cement bildet eine Scheide um den von der Email oder dem Zahnschmelz nicht überzogenen Theil des Zahns, und stimmt mit der gewöhnlichen Knochensubstanz vollständig überein, während die Zahnsubstanz dünner, dichter und undurchsichtiger als die Knochensubstanz ist und mehr erdige Bestandtheile als diese enthält. Sie besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, durch welche sehr feine Röhrchen, etwas schräg und wellenförmig gebogen, in der Richtung von der Zahnhöhle nach der Oberfläche des Zahns verlaufen, der Zahnschmelz dagegen aus anscheinend soliden Prismen, welche regelmäßig angeordnet vom Zahnbein bis zur Oberfläche des Zahns sich erstrecken. Ein zartes, vollkommen homogenes und verkalktes Häutchen, das Schmelzoberhäutchen, cuticula, überzieht den Zahnschmelz an seiner freien Oberfläche und ist außerordentlich fest mit diesem verbunden.

Durch den Zahnkanal tritt in die Zahnhöhle ein Nerv sowie ein arterielles Blutgefäß ein, ein venöses dagegen aus.

Die Gehörknöchelchen, ossicula auditoria.

Das Gehörorgan liegt zu beiden Seiten des Schädels im Schläfenbeine und wird in drei Abschnitte eingetheilt: in den äußern, welcher die häutig-knorpelige Ohrmuschel, den äußern Gehörgang (Taf. 2, Fig. 2q, 3p; Taf. 3, Fig. 2e) und das Trommelfell umfaßt, in den mittlern, die sogenannte Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen und der Ohrtrompete, und in den innern, das Labyrinth.

Wir haben es gegenwärtig nur mit den Gehörknöchelchen und dem Labyrinthe zu thun und gehen auf die übrigen Theile nur insoweit ein, als es das Verständniß jener erfordert.

Der äußere Gehörgang, meatus auditorius externus (Taf. 2, Fig. 2q, 3p; Taf. 3, Fig. 2e), welcher mit einer trichterförmigen Oeffnung in der Ohrmuschel beginnt, zur Hälfte knorpelig, zur Hälfte knöchern ist und mit letzterer im Felsentheile des Schläfenbeins etwas nach vorn, innen und unten läuft, wird an seinem innern Ende durch das Trommel- oder Paukenfell, membrana tympani, geschlossen. Dasselbe ist eine dünne elastische Haut, welche den äußern Gehörgang von der Paukenhöhle trennt. Die Lage dieser Membran ist schräg, sodaß der untere und vordere Theil des äußern Gehörgangs weiter nach innen reichen, als der obere und hintere. Gegen die Mitte ist das elliptisch geformte Trommelfell trichterförmig nach innen gezogen, von welcher Stelle aus etwas nach hinten eine kleine längliche Erhabenheit geht. Diese Unterbrechungen der Ebene werden durch den an der innern Fläche des Trommelfells angewachsenen Hammer hervorgebracht, welcher von außen angefangen, die Reihe der Gehörknöchelchen eröffnet, die durch die Paukenhöhle hindurchgehen und sich bis zum Labyrinth erstrecken.

Die Gehörknöchelchen, ossicula auditoria (Taf. 3, Fig. 27, 28, 29, 30, 31), sind der Zahl nach drei. Sie sind durch Gelenke miteinander verbunden, wodurch sie zu einer beweglichen, mehrfach geknickten Reihe (Taf. 3, Fig. 31) vereinigt sind, und in Bewegung gesetzt wie ein Kniehebel wirken. Sie bestehen aus Knochensubstanz, wie alle andern Knochen, und sind an ihren Gelenkflächen mit Knorpelsubstanz überzogen. Sie sind sehr klein und zart, wie die auf Taf. 3, Fig. 27a, b, c, wiedergegebene Abbildung zeigt.

Der Hammer, malleus (Taf. 3, Fig. 27a, 28), ist das größte der Gehörknöchelchen. Er hat die Form einer Keule, welche am Halse etwas geknickt ist, und von wo ziemlich unter einem Winkel von 90 Grad ein langer Fortsatz ausgeht.

Man unterscheidet am Hammer fünf Theile: den Kopf, Hals, Handgriff und den langen und kurzen Fortsatz.

Der Kopf, caput (Taf. 3, Fig. 28a, 31a), ist der oberste birnenförmige Theil des Hammers. An demselben befindet sich eine Gelenkfläche (Taf. 3, Fig. 28e) für den Amboß. Unter derselben geht der Kopf, indem er sich verjüngt, in den

Hals, collum (Taf. 3, Fig. 28b, 31b), über. Derselbe geht vom Kopf auswärts nach dem Trommelfell zu, und bildet mit dem

Handgriff, manubrium (Taf. 3, Fig. 28c, 31c), einen stumpfen Winkel. Derselbe, der sich vom Halse an bis zur Spitze immer mehr verjüngt, liegt schräg nach vor-, ab- und einwärts und ist in das Trommelfell eingefügt, dessen obere Hälfte bis über die Mitte herab er in radialer Richtung durchschneidet.

Der lange Fortsatz, processus longus oder Folianus (Taf. 3, Fig. 28d, 31d), entspringt gleichfalls vom Halse des Hammers, bildet mit dem Handgriff ungefähr einen rechten Winkel und erstreckt sich von der vordern Seite des Halses in horizontaler Richtung über das Trommelfell nach vorn.

Der kurze Fortsatz, processus brevis oder obtusus (Taf. 3, Fig. 31e), ragt an der Stelle, wo der Handgriff mit dem Halse einen stumpfen Winkel bildet, nach außen und etwas nach oben hervor und drängt an dieser Stelle das Trommelfell etwas nach dem äußern Gehörgang hervor, während die Spitze des Handgriffs dasselbe etwas nach innen zieht, wodurch dessen trichterförmige Gestalt hervorgebr-

Der Amboß, incus (Taf. 3, Fig. 27b, 29), articulirt mit dem Hammer, legt sich an dessen Gelenkfläche an und erstreckt sich von da im hintern obern Theile der Paukenhöhle an deren äußerer Wand nach innen. Die Gestalt des Amboßes ist ziemlich die eines Backzahns, dessen beide Wurzeln stark auseinandergehen.

Man unterscheidet am Amboß vier Theile: den Körper, den kurzen und langen Fortsatz und das linsenförmige Knöchelchen.

Der Körper, corpus (Taf. 3, Fig. 29a, 31f), ist der oberste dickste Theil des Amboßes von länglich ovaler Gestalt. Derselbe ist an seiner vordern obern Fläche mit einer Gelenkgrube (Taf. 3, Fig. 29b) für den Kopf des Hammers versehen. Von dem obern und hintern Rande des Amboßes geht der

Kurze Fortsatz, processus brevis (Taf. 3, Fig. 29c, 31g), aus. Derselbe geht schräg ab- und rückwärts zur hintern untern Wand der Paukenhöhle.

Der lange Fortsatz, processus longus (Taf. 3, Fig. 29d, 31h), entspringt aus dem untern Rande des Körpers und geht fast parallel mit dem Handgriff des Hammers, hinter diesem frei in die Paukenhöhle hineinragend, nach abwärts. An der äußersten, schwach gebogenen Spitze desselben befindet sich das

Linsenförmige Knöchelchen, ossiculum lenticulare Sylvii (Taf. 3, Fig. 29e), welches mit einer Gelenkfläche versehen ist, an die sich der

Steigbügel, stapes (Taf. 3, Fig. 27c, 30), anlegt. Derselbe bildet mit dem langen Fortsatz des Amboßes einen rechten Winkel und ragt ziemlich in horizontaler Richtung in die Paukenhöhle hinein, sich nach innen bis zum Labyrinth erstreckend, wo er dem ovalen Fenster desselben eingefügt ist. Die Form des Steigbügels wird vollständig durch den Namen gekennzeichnet. Man unterscheidet an ihm das Köpfchen, die beiden Schenkel und den Fußtritt.

Das Köpfchen, capitulum (Taf. 3, Fig. 30a), legt sich mit einer Gelenkfläche an das linsenförmige Knöchelchen an. Von demselben aus gehen in horizontaler Richtung die beiden schwach gekrümmten

Schenkel, crura (Taf. 3, Fig. 30b, 31i), von welchen man einen vordern und hintern unterscheidet. Verbunden werden die beiden auseinandergehenden Schenkel nach innen durch den

Fußtritt oder die Basis, basis stapedis (Taf. 3, Fig. 30c, 31k). Dieselbe bildet auf ihrer Fläche ein längliches Oval, mit der sie in das ovale Fenster des Labyrinthes eingefügt ist.

Die Verbindung der Gehörknöchelchen unter sich findet durch Bänder statt, außerdem werden sie sämmtlich von der Schleimhaut der Paukenhöhle überkleidet und besitzen eigene kleine Muskeln, welche sie zu bestimmten Zwecken in Bewegung setzen können.

Das Labyrinth, labyrinthus.

Das Labyrinth bildet den innersten Theil des Gehörorgans. An demselben unterscheidet man das knöcherne Labyrinth, labyrinthus osseus (Taf. 3, Fig. 32, 33), und das häutige Labyrinth, labyrinthus membranaceus. Ersteres zerfällt in den Vorhof, die Bogengänge und die Schnecke.

Der Vorhof, vestibulum (Taf. 3, Fig. 32B, 33B), bildet die Verbindung zwischen den Bogengängen und der Schnecke und nimmt den mittlern Theil des Labyrinthes ein. Nach außen stößt er an die Paukenhöhle, nach innen an den innern Gehörgang, durch welchen der Gehörnerv zum Labyrinth gelangt.

Nach der Paukenhöhle zu befindet sich im Vorhof eine größere Oeffnung, das ovale Fenster, fenestra ovalis (Taf. 3, Fig. 32c), welches durch die Basis des Steigbügels bedeckt wird.

Die Bogengänge oder halbzirkelförmigen Kanäle, canales semicirculares (Taf. 3, Fig. 32c, c′, c″; 33c, c′, c″), stellen drei gebogene Röhren dar, welche aus dem Vorhof entspringen und den nach hinten gelegenen Theil des Labyrinthes bilden. An ihrem Ursprung im Vorhof sind die Bogengänge birnförmig angeschwollen, welche Erweiterung die knöcherne Flasche, ampulla ossea (Taf. 3, Fig. 32d, 33e), genannt wird, im weitern Verlauf verengern sie sich aber.

Die drei halbzirkelförmigen Kanäle unterscheidet man als obern, untern und äußern Bogengang.

Der obere Bogengang (Taf. 3, Fig. 32c, 33c) steht senkrecht auf der Längenachse des Felsenbeins und biegt sich von vorn und innen nach hinten und außen, sodaß seine höchste Wölbung als eine Erhabenheit auf der obern Fläche des Felsentheils des Schläfenbeins hervortritt.

Aus dem Vorhof entspringt er mit der obern Ampulle, ampulla superior (Taf. 3, Fig. 32c, d, 33c, e), während der hintere Schenkel sich mit dem obern Schenkel des untern Bogengangs gemeinschaftlich ohne eine Anschwellung wieder in den Vorhof öffnet.

Der untere oder hintere Bogengang (Taf. 3, Fig. 32C′, 33C′) ist mit seiner Ebene in einem etwas stumpfen Winkel zu vorigem gestellt und liegt im Längsdurchschnitt des Felsenbeins. Der untere Schenkel entspringt mit der untern Ampulle, ampulla inferior (Taf. 3, Fig. 32c′, d, 33c′, e), aus der untern Wand des Vorhofs, während, wie schon erwähnt, der obere Schenkel mit dem hintern des obern Bogengangs gemeinsam in den Vorhof einmündet.

Der äußere oder horizontale Bogengang (Taf. 3, Fig. 32C″, 33C″) liegt mit seiner Ebene senkrecht zum Querschnitt des Felsenbeins. Er entspringt mit der vordern Ampulle, ampulla anterior (Taf. 3, Fig. 32C″, d, 33C″, e), an der äußern Wand des Vorhofs und mündet in denselben wieder ein zwischen den beiden Schenkeln des untern Bogengangs.

Die Schnecke, cochlea (Taf. 3, Fig. 32A, 33A), wird aus einer spiralförmig 2½ mal aufgewundenen, sich nach oben verjüngenden Röhre gebildet. Sie liegt nach vorn vom Vorhof und sieht mit ihrer Spitze, capula (Taf. 3, Fig. 32a), nach unten und vorn; mit ihrer Basis nach innen und etwas nach hinten und oben. Im rechten Ohr ist die Schnecke rechts, im linken links gewunden.

Die Röhre wird der Länge nach durch eine halb knöcherne, halb häutige Scheidewand, die Spiralplatte, lamina spiralis, in zwei Hälften getheilt, welche Treppen, scalae, heißen, von welchen die obere, engere und längere, die Vorhofstreppe, scala vestibuli, die andere untere dagegen die Paukentreppe, scala tympani, genannt wird, welche bei dem runden Fenster, fenestra rotunda (Taf. 3, Fig. 32c, 33d), welches durch eine Membran geschlossen ist, ihren Anfang nimmt, während die Vorhofstreppe in den Vorhof einmündet.

Die Windungen der Schnecke drehen sich um eine knöcherne Achse, welche an ihrer Basis die Spindel, modiolus (Taf. 3, Fig. 33a), genannt wird und außer mehrern kleinen Röhrchen für den Durchgang der Nerven einen mittlern größern Kanal, canalis centralis modioli (Taf. 3, Fig. 33b), enthält. Für die zweite Windung heißt mit knöcherner Achse das Säulchen, columella, und für die letzte halbe Windung das Spindelblatt, lamina modioli.

Das Innere des Labyrinths, in welchem der Gehörnerv sich ausbreitet, ist hohl und mit einer Flüssigkeit, die perilympha oder aquula Cotunni erfüllt, welche das im Vorhof und in den Bogengängen aufgehängte häutige Labyrinth, labyrinthus membranaceus, umspült, sodaß dieses in ihr flottirt, während sie sich außerdem auch in die Treppen der Schnecke ergießt, wo die häutige Spiralplatte, lamina spiralis membranacea, in ihr schwingen kann, an welcher letztern, wie in den Säckchen des häutigen Labyrinths, die sich in den Ampullen befinden, der Gehörnerv endet.

Tafel 4.

Nachdem auf den Taf. 2 und 3 die verschiedenen Formen der Wirbel sowie deren Modificationen in den Schädelknochen zur Anschauung gebracht worden sind, bringt die uns vorliegende Taf. 4 zunächst die Vereinigung der einzelnen Wirbel zur Wirbelsäule mit deren Anhängen, den Rippen, dem rechten Schlüsselbeine und Schulterblatte, sowie dem Brustbeine, also den ganzen Brustkorb oder Thorax, zur Darstellung. Daran schließt sich als unterster Theil des Rumpfes das Becken, die Vereinigung der Darm-, Sitz- und Schambeine als Ganzes mit dem Kreuzbeine. Außerdem bringt diese Tafel noch sämmtliche Knochen der obern und untern Extremitäten, sodaß mit ihr die Darstellung der Knochenlehre geschlossen werden kann.

Figur 1. Der Brustkasten mit den Hals- und Lendenwirbeln, sowie den Schulterknochen der rechten Seite.

a Atlas, Träger.
b Epistropheus, Umdreher.
c. Vertebra prominens oder septima colli, der hervorragende oder siebente Halswirbel.
d Canalis vertebralis, Wirbelkanal. Durchgang für die Arteria vertebralis.
e Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
f Vertebra thoracis oder dorsi prima, erster Brustbeinwirbel.
g. Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Brustwirbel.
h Vertebra lumborum oder abdominis prima, erster Lendenwirbel.
i. Vertebra lumborum quinta, fünfter Lendenwirbel.
k. Costa prima vera oder genuina, erste wahre Rippe.
l Costa septima, siebente Rippe.
m Costa octava, oder costa prima spuria, achte Rippe, oder erste falsche Rippe.
n. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
o. Manubrium sterni, Handgriff oder Handhabe des Brustbeins.
p. Corpus sterni, Körper oder Mittelstück des Brustbeins.
q Processus xiphoideus oder ensiformis sterni, schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.
r. Clavicula, Schlüsselbein.
s Scapula, Schulterblatt.
t. Cavitas glenoidalis scapulae, Gelenkgrube des Schulterblattes.

Figur 2. Das Becken, pelvis, von vorn.

A. Os sacrum, Kreuz- oder heiliges Bein.
B. Ossa pelvis, die Knochen des Beckens (im engern Sinne).
C. Os ilei, Darm- oder Hüftbein.
D. Os ischii, Sitzbein.
E. Os pubis, Schambein.
a. Processus obliquus superior ossis sacri, oberer Gelenkfortsatz des Kreuzbeins.
b. Basis ossis sacri, Basis des Kreuzbeins.
c. Linea arcuata interna, innere bogenförmige Linie (Anhang auf dem Kreuzbeine).
d. Foramina sacralia anteriora, vordere Kreuzbeinlöcher.
e. Linea arcuata interna, innere bogenförmige Linie, Fortsetzung.
f. Symphysis sacro-iliaca, Hüft-Kreuzbeinfuge.
g. Crista ilei, Darmbeinkamm.
h. Spina ilei anterior superior, vorderer oberer Darmbeinstachel.
i. Spina ilei anterior inferior, vorderer unterer Darmbeinstachel.
k. Incisura semilunaris anterior ossis ilei, vorderer halbmondförmiger Einschnitt des Darmbeins.
l. Spina ischii, Sitzbeinstachel.
m. Tuber ileo-pectineum, Darm-Schambeinkammhöcker.
n. Acetabulum, Pfanne.
o. Supercilium acetabuli, Pfannenrand.
p. Incisura acetabuli, Pfanneneinschnitt.
q. Foramen obturatorium, Hüftloch.
r. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
s. Spina pubis, Schambeinstachel.
t. Ramus descendens ossis pubis, absteigender Ast des Schambeins.
u. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
v. Ramus adscendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
w. Tuber ossis ischii, Sitzknorren.
x. Ramus descendens ossis ischii, absteigender Ast des Sitzbeins.

Figur 3. Rippe, costa, von außen.

A. Extremitas posterior costae, hinterer Rippenrand.
B. Corpus costae, Rippenkörper.
C. Extremitas anterior costae, vorderer Rippenrand.
a. Capitulum, Köpfchen.
b. Collum, Hals.
c. Tuberculum, Höckerchen.
d. Angulus, Winkel.
e. Margo superior, oberer Rand.
f. Margo inferior, unterer Rand.
g. Superficies externa, äußere Fläche.
h. Superficies interna, innere Fläche.
i. Sulcus costalis, Rippenrinne.

Figur 4. Rippe, costa, von innen.

A—C und a—h wie bei Fig. 3.

Figur 5. Das linke Schlüsselbein, clavicula sinistra, von vorn und oben.

a. Corpus claviculae, Körper oder Mittelstück des Schlüsselbeins.
b. Pars oder extremitas sternalis, inneres oder Brustbeinende.
c. Pars oder extremitas acromialis, äußeres oder Schulterblattende.
d. Superficies articularis, Gelenkfläche.

Figur 6. Das linke Schlüsselbein, clavicula sinistra, von unten und hinten.

a. Corpus claviculae, Körper des Schlüsselbeins.
b. Pars sternalis, inneres Ende.
c. Pars acromialis, äußeres Ende.
d. Tuberositas für das ligamentum rhomboideum, Höckerchen für das rautenförmige Band.
e. Tuberositas für das ligamentum coraco-claviculare, Höckerchen für das Schulterblatt-Rabenschnabelfortsatzband.

Figur 7. Das linke Schulterblatt, scapula sinistra, von hinten.

a. Fossa supraspinata scapulae, Grube über der Schultergrube des Schulterblattes.
b. Fossa infraspinata scapulae, Grube unter der Schultergrube des Schulterblattes.
c. Spina scapulae, Schultergräte.
d. Acromion, Schulterhöhe.
e. Superficies articularis für die extremitas acromialis claviculae, Gelenkfläche für das äußere Ende des Schlüsselbeins.
f. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
g. Incisura scapulae, Schulterblatteinschnitt.
h. Margo superior scapulae, oberer Rand des Schulterblattes.
i. Angulus superior scapulae, oberer Winkel des Schulterblattes.
k. Basis oder margo posterior scapulae, hinterer Rand des Schulterblattes.
l. Angulus inferior scapulae, unterer Winkel des Schulterblattes.
m. Margo anterior scapulae, vorderer Rand des Schulterblattes.
n. Condylus scapulae, Gelenkfortsatz des Schulterblattes.
o. Collum scapulae mit incisura colli, Hals des Schulterblattes mit dem Halseinschnitt.
p. Cavitas glenoidalis, Gelenkgrube.

Figur 8. Das linke Schulterblatt, scapula sinistra, von vorn.

a. Superficies anterior scapulae, vordere Fläche des Schulterblattes.
b. Condylus scapulae, Gelenkfortsatz des Schulterblattes.
c. Cavitas glenoidalis, Gelenkgrube.
d. Supercilium glenoidale, Rand der Gelenkgrube.
e. Acromion, Schulterhöhe.
f. Superficies glenoidalis für die pars extremitas acromialis claviculae, Gelenkfläche für das äußere Ende des Schlüsselbeins.
g. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
h. Margo superior scapulae, oberer Rand des Schulterblattes.
i. Incisura scapulae, Schulterblatteinschnitt.
k. Angulus superior scapulae, oberer Winkel des Schulterblattes.
l. Basis oder margo posterior scapulae, hinterer Rand des Schulterblattes.
m. Angulus inferior scapulae, unterer Winkel des Schulterblattes.
n. Margo anterior scapulae, vorderer Rand des Schulterblattes.
o. Tuberositas für den musculus triceps, Höcker für den dreiköpfigen Muskel.

Figur 9. Dorsal-(Rücken-)fläche des linken Oberarmknochens, ossis humeri.

a. Caput ossis humeri, Kopf des Oberarmknochens.
b. Tuberculum majus, größerer Höcker.
c. Collum ossis humeri, Hals des Oberarmknochens.
d. Corpus ossis humeri, Körper oder Mittelstück des Oberarmknochens.
e. Margo externus, äußerer Rand.
f. Margo internus, innerer Rand.
g. Condylus internus, innerer Gelenkfortsatz.
h. Condylus externus, äußerer Gelenkfortsatz.
i. Rotula oder eminentia capitata kopfförmige Erhabenheit.
k. Fossa supratrochlearis posterior, hintere Gelenkgrube.

Figur 10. Volarfläche des linken Oberarms, ossis humeri.

a. Caput ossis humeri, Kopf des Oberarmknochens.
b. Collum ossis humeri, Hals des Oberarmknochens.
c. Tuberculum majus, größerer Höcker.
d. Tuberculum minus, kleinerer Höcker.
e. Sulcus intertubercularis oder longitudinalis, Rinne zwischen beiden Höckern.
f. Spina tuberculi majoris, Dorn oder Leiste des größern Höckers.
g. Spina tuberculi minoris, Dorn oder Leiste des kleinern Höckers.
h. Corpus, Körper.
i. Margo internus, innerer Rand.
k. Margo externus, äußerer Rand.
l. Condylus internus, innerer Gelenkfortsatz.
m. Condylus externus, äußerer Gelenkfortsatz.
n. Processus cubitalis, Elnbogenfortsatz.
o. Rotula oder eminentia capitata, kopfförmige Erhabenheit.
p. Trochlea, Rolle.
q. Fossa anterior major, vordere größere Grube.
r. Fossa anterior minor, vordere kleinere Grube.

Figur 11. Dorsalfläche des linken Elnbogenbeins, ulnae sinistrae.

a. Olecranon oder processus anconaeus, Elnbogen.
b. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
c. Fossa sigmoidea major, größere sichelförmige Grube.
d. Corpus, Körper.
e. Angulus internus, innerer Winkel.
f. Angulus externus, äußerer Winkel.
g. Capitulum, Köpfchen.
h. Processus styloideus ulnae, griffelförmiger Fortsatz des Elnbogenbeins.

Figur 12. Volarfläche des linken Elnbogenbeins, ulnae sinistrae.

a. Olecranon, Elnbogen.
b. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
c. Fossa sigmoidea major, größere sichelförmige Grube.
d. Fossa sigmoidea minor, kleinere sichelförmige Grube.
e. Corpus, Körper.
f. Capitulum, Köpfchen.
g. Processus styloideus ulnae, griffelförmiger Fortsatz des Elnbogenbeins.

Figur 13. **Dorsalfläche der linken Speiche, radii sinistri.**

a. Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
b. Circumferentia articularis, Gelenkumkreis.
c. Collum radii, Hals der Speiche.
d. Corpus, Körper.
e. Crista radii, Leiste der Speiche.
f. Extremitas inferior, unteres Ende.
g. Processus styloideus radii, griffelförmiger Fortsatz der Speiche.
h. Incisura ulnaris oder semilunaris radii, halbmondförmiger oder Elnbogeneinschnitt.
i. Cavitas glenoidalis inferior radii, untere Gelenkgrube der Speiche.

Figur 14. **Die Volarfläche der linken Speiche, radii sinistri.**

a. Capitulum, Köpfchen.
b. Cavitas glenoidalis für die rotula, Gelenkgrube für die kopfförmige Erhabenheit.
c. Circumferentia articularis, Gelenkumkreis.
d. Collum radii, Hals der Speiche.
e. Tuberositas radii, Speichenhöckerchen.
f. Corpus, Körper.
g. Extremitas inferior, unteres Ende.
h. Processus styloideus radii, griffelförmiger Fortsatz der Speiche.
i. Incisura ulnaris radii, Elnbogeneinschnitt der Speiche.
k. Cavitas glenoidalis inferior radii, untere Gelenkgrube der Speiche.
l. Crista radii, Leiste der Speiche.

Figur 15. **Oberste Reihe der linken Handwurzelknochen, ossium carpi sinistri, von der Vorderarmfläche aus gesehen.**

a. Os naviculare, Kahnbein.
b. Os lunatum, Mondbein.
c. Os triquetrum, dreieckiges Bein.
d. Os pisiforme, Erbsenbein.
e. Os multangulum majus, großes vieleckiges Bein.
f. Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.
g. Eminentia carpi radialis prima oder superior, erste oder obere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen.
h. Eminentia carpi radialis secunda oder inferior, zweite oder untere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen.
i. Eminentia carpi ulnaris prima oder superior, erste oder obere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen.
k. Eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior, zweite oder untere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen.

Figur 16. **Untere Reihe der linken Handwurzelknochen, ossium carpi sinistri, von der Fingerfläche aus gesehen.**

a. Os multangulum majus, großes vieleckiges Bein.
b. Os multangulum minus, kleines vieleckiges Bein.
c. Os capitatum, Kopfbein.
d. Os hamatum, Hakenbein.
e. Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.
f. Os pisiforme, Erbsenbein.

Figur 17. **Die Knochen der linken Hand, manus sinistrae, von der Hohlhandfläche aus gesehen.**

Carpus, Handwurzel.

Erste Reihe.
a. Os naviculare, Kahnbein.
b. Os lunatum, Mondbein.
c. Os triquetrum, dreieckiges Bein.
d. Os pisiforme, Erbsenbein.

Zweite Reihe.
e. Os multangulum majus, großes vieleckiges Bein.
f. Os multangulum minus, kleines vieleckiges Bein.
g. Os capitatum, Kopfbein.
h. Os hamatum, Hakenbein.
i. Hamulus ossis hamati, Haken des Hakenbeins.

Metacarpus, Mittelhand.
k. Ossa metacarpi, Mittelhandknochen.
l. Basis ossium metacarporum, Basis oder oberes Ende der Mittelhandknochen.
m. Capitulum ossium metacarporum, Köpfchen der Mittelhandknochen.

Phalanges digitorum, Fingerglieder.
n. Os phalangis primae pollicis, Knochen des ersten Gliedes des Daumens.
o. Os phalangis secundae pollicis, Knochen des zweiten Gliedes des Daumens.
p. Ossa phalangum digitorum, series prima oder superior, erste oder oberste Reihe der Fingergliederknochen.
q. Ossa phalangum digitorum, series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Fingergliederknochen.
r. Ossa phalangum digitorum, series tertia oder inferior, dritte oder untere Reihe der Fingergliederknochen.
s. Ossa sesamoidea, Sesambeinchen.

Figur 18. **Die Knochen der linken Hand, manus sinistra, im Zusammenhange von der Rückenfläche aus gesehen.**

A. Carpus, Handwurzel.
B. Metacarpus, Mittelhand.
C. Digiti manus, Finger der Hand.

Ossa carpi, Handwurzelknochen.

Erste Reihe.
a. Os naviculare, Kahnbein.
b. Os lunatum, Mondbein.
c. Os triquetrum, dreieckiges Bein

Zweite Reihe.
d. Os multangulum majus, großes vieleckiges Bein.
e. Os multangulum minus, kleines vieleckiges Bein.
f. Os capitatum, Kopfbein.
g. Os hamatum, Hakenbein.

Metacarpus, Mittelhand.
h. Os metacarpi primum oder pollicis, erster Mittelhandknochen.
i. Os metacarpi secundum oder indicis, zweiter Mittelhandknochen.
k. Os metacarpi tertium oder digiti medii, dritter Mittelhandknochen.
l. Os metacarpi quartum oder digiti annularis, vierter Mittelhandknochen.
m. Os metacarpi quintum oder digiti mimimi, fünfter Mittelhandknochen.
n. Basis ossium metacarpi, Basis oder oberes Ende der Mittelhandknochen.

o. Capitulum ossium metacarpi, Köpfchen der Mittelhandknochen.
p. Os phalangis primae pollicis, erſtes Glied des Daumens.
q. Os phalangis secundae pollicis, zweites Glied des Daumens.
r. Ossa phalangum, series superior, obere Reihe der Fingergliederknochen.
s. Ossa phalangum, series media, mittlere Reihe der Fingergliederknochen.
t. Ossa phalangum, series inferior, untere Reihe der Fingergliederknochen.

Figur 19. Der linke Oberſchenkelknochen, os femoris sinistri, von vorn geſehen.

a. Caput ossis femoris, Kopf des Oberſchenkelknochens oder Schenkelkopf.
b. Fossa oder fovea pro ligamento terete, Grube für das runde Schenkelband.
c. Collum, Hals.
d. Trochanter major oder externus, großer oder äußerer Rollhügel.
e. Trochanter minor oder internus, kleiner oder innerer Rollhügel.
f. Linea intertrochanterica anterior, vordere Linie zwiſchen den Rollhügeln.
g. Corpus, Körper.
h. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkkopf des Oberſchenkelknochens.
i. Condylus femoris internus, innerer Gelenkkopf des Oberſchenkelknochens.
k. Superficies glenoidalis, Gelenkfläche.

Figur 20. Der linke Oberſchenkelknochen, os femoris sinistri, von hinten geſehen.

a. Caput, Kopf.
b. Fossa pro ligamento terete, Grube für das runde Oberſchenkelband.
c. Collum Hals.
d. Trochanter major, größerer Rollhügel.
e. Trochanter minor, kleinerer Rollhügel.
f. Linea intertrochanterica posterior, hintere Linie zwiſchen den Rollhügeln.
g—g. Crura superiora der linea aspera, obere Schenkel der rauhen Linie.
h. Linea aspera, rauhe Linie.
i—i. Crura inferiora der linea aspera, untere Schenkel der rauhen Linie.
k. Corpus, Körper.
l. Fossa poplitea, Kniegelenkgrube.
m. Condylus femoris externus, äußerer Gelenkkopf des Oberſchenkelknochens.
n. Condylus femoris internus, innerer Gelenkkopf des Oberſchenkelknochens.
o. Fossa intercondyloidea, Zwiſchengelenkkopfgrube.

Figur 21. Die linke Knieſcheibe, patella sinistra, von vorn geſehen.

a. Basis, Baſis.
b. Corpus, Körper.
c. Apex, Spitze.
d. Margo internus, innerer Rand.
e. Margo externus, äußerer Rand.

Figur 22. Die linke Knieſcheibe, patella sinistra, von hinten geſehen.

a. Basis, Baſis.
b. Apex, Spitze.
c. Margo internus, innerer Rand.
d. Margo externus, äußerer Rand.
e. Superficies articularis, Gelenkfläche.

Figur 23. Das linke Schienbein, tibia sinistra, von vorn geſehen.

a. Condylus tibiae internus, innerer Gelenkfortſatz des Schienbeins.
b. Condylus tibiae externus, äußerer Gelenkfortſatz des Schienbeins.
c. Cavitas glenoidalis interna, innere Gelenkgrube.
d. Cavitas glenoidalis externa, äußere Gelenkgrube.
e. Eminentia intercondyloidea, Erhabenheit zwischen beiden Gelenkfortſätzen.
f. Superficies glenoidalis lateralis oder peronea, ſeitliche Gelenkfläche für das Wadenbein.
g. Tuberositas tibiae, Schienbeinhöcker.
h. Corpus tibiae, Schienbeinkörper.
i. Crista tibiae, Schienbeinleiſte.
k. Incisura fibularis tibiae, Wadenbeineinſchnitt des Schienbeins.
l. Fossa glenoidalis für den astragalus, Gelenkgrube für das Sprungbein.
m. Malleolus internus, innerer Knöchel.
n. Superficies interna tibiae, innere Fläche des Schienbeins.
o. Superficies tibiae externa, äußere Fläche des Schienbeins.

Figur 24. Das linke Schienbein, tibia sinistra, von hinten geſehen.

a. Condylus tibiae internus, innerer Gelenkfortſatz des Schienbeins.
b. Condylus tibiae externus, äußerer Gelenkfortſatz des Schienbeins.
c. Cavitas glenoidalis externa, äußere Gelenkgrube.
d. Cavitas glenoidalis interna, innere Gelenkgrube.
e. Eminentia intercondyloidea, Erhabenheit zwiſchen beiden Gelenkfortſätzen.
f. Superficies glenoidalis lateralis oder peronea, ſeitliche Gelenkfläche des Wadenbeins.
g. Linea obliqua tibiae, ſchräge Linie des Schienbeins.
h. Corpus, Körper.
i. Malleolus internus, innerer Knöchel.
k. Incisura fibularis tibiae, Wadenbeineinſchnitt des Schienbeins.
l. Fossa glenoidalis für den astragalus, Gelenkgrube für das Sprungbein.

Figur 25. Das linke Wadenbein, fibula sinistra, von vorn geſehen.

a. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
b. Superficies articularis tibialis, Gelenkfläche für das Schienbein.
c. Corpus, Körper.
d. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
e. Superficies tibialis, Schienbeinoberfläche.
f. Superficies glenoidalis für den astragalus, Gelenkoberfläche für das Sprungbein.

Figur 26. Das linke Wadenbein, fibula sinistra, von hinten geſehen.

a—f. wie bei Figur 25.

Figur 27. **Die Knochen des linken Fußes, ossa pedis sinistri, von der Fußsohle aus gesehen.**

Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
Erste Reihe.
a. Astragalus oder talus, Sprungbein.
a. Corpus, Körper.
b. Collum, Hals.
c. Caput, Kopf.
d. Cavitas articularis inferior pro calcaneo, untere Gelenkgrube für das Fersenbein.
e. Superficies articularis anterior, vordere Gelenkfläche.
f. Sulcus oder fovea tali, Sprungbeinrinne.
g. Calcaneus, Fersenbein.
g. Corpus, Körper.
h. Tuber calcanei, Fersenbeinhöcker.
i. Processus anterior calcanei, vorderer Fersenbeinfortsatz.
k. Superficies articularis anterior, vordere Gelenkfläche.
l. Sustentaculum tali, Stütze des Sprungbeins.
Zweite Reihe.
m. Os naviculare oder scaphoideum, Kahnbein.
m. Tuberositas ossis navicularis, Kahnbeinhöcker.
n. Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.
o. Os cuneiforme secundum, zweites Keilbein.
p. Os cuneiforme tertium, drittes Keilbein.
q. Os cuboideum, Würfelbein.
q. Sulcus ossis cuboidei, Würfelbeinrinne.
Metatarsus, Mittelfuß.
r. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
s. Basis ossis metatarsi, Basis des Mittelfußknochens.
t. Capitulum ossis metatarsi, Köpfchen des Mittelfußknochens.
t. Tuberositas ossis metatarsi quinti, Höcker des fünften Mittelfußknochens.
u. Ossa sesamoidea, Sesambeinchen.
Phalanges pedis, Zehen.
v. Os phalangis primae hallucis, Knochen des ersten Gliedes der großen Zehe.
w. Os phalangis secundae hallucis, Knochen des zweiten Gliedes der großen Zehe.
x. Ossa phalangum digitorum pedis series prima oder posterior, erste oder hinterste Reihe der Zehenknochen.
y. Ossa phalangum digitorum pedis series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Zehenknochen.
z. Ossa phalangum digitorum pedis series tertia oder anterior, dritte oder vordere Reihe der Zehenknochen.

Figur 28. **Die Knochen des linken Fußes, ossa pedis sinistri, im Zusammenhange von der Rückenfläche aus gesehen.**

Tarsus, Fußwurzel.
Erste Reihe.
a. Astragalus, Sprungbein.
b. Calcaneus, Fersenbein.
Zweite Reihe.
c. Os naviculare oder scaphoideum, Kahnbein.
d. Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.
e. Os cuneiforme secundum, zweites Keilbein.
f. Os cuneiforme tertium, drittes Keilbein.
g. Os cuboideum, Würfelbein.
Metatarsus, Mittelfuß.
h. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
i. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
Phalanges oder digiti pedis, Zehen.
k. Os phalangis primae hallucis, Knochen des ersten Gliedes der großen Zehe.
l. Os phalangis secundae hallucis, Knochen des zweiten Gliedes der großen Zehe.
m. Ossa phalangum digitorum pedis series prima oder posterior, erste oder hinterste Reihe der Zehenknochen.
n. Ossa phalangum digitorum pedis series secunda oder media, zweite oder mittlere Reihe der Zehenknochen.
o. Ossa phalangum digitorum pedis series tertia oder anterior, dritte oder vorderste Reihe der Zehenknochen.

Die Wirbelsäule.

Die **Wirbelsäule**, auch das **Rückgrat**, columna vertebralis oder spina dorsi, wird aus den bereits auf Taf. 2 im einzelnen dargestellten Wirbelknochen, deren es 24 gibt, zusammengesetzt, wozu als Endglieder noch das **Kreuzbein**, os sacrum (Taf. 2, Fig. 11 und 12, sowie Taf. 4, Fig. 2A) und das **Steißbein**, os coccygis (Taf. 2, Fig. 13 und 14) kommen. Die 24 **Wirbel**, vertebrae, werden auch **wahre Wirbel**, vertebrae verae, genannt, im Gegensatz zu den **falschen Wirbeln**, vertebrae spuriae, unter welchen man das Kreuzbein und das Steißbein versteht.

Die 24 wahren Wirbel zerfallen wiederum in die **sieben Halswirbel**, vertebrae colli oder cervicis (Taf. 2, Fig. 5, 6, 7, 8; Taf. 4, Fig. 1a, 1b, 1c), welche den obersten Theil der Wirbelsäule bilden und von denen der erste der **Träger**, atlas (Taf. 2, Fig. 5, 6; Taf. 4, Fig. 1a), der zweite der **Umdreher**, epistropheus (Taf. 2, Fig. 7; Taf. 4, Fig. 1b), und der siebente der **hervorragende Wirbel**, vertebra prominens (Taf. 4, Fig. 1c) genannt wird, in die 12 **Brustwirbel**, vertebrae thoracis (Taf. 2, Fig. 9; Taf. 4, Fig. 1f bis 1g), und in die **fünf Lendenwirbel**, vertebrae lumborum oder abdominis (Taf. 2, Fig. 10; Taf. 4, Fig. 1h bis 1i).

Ueber die Gestalt der Wirbel im einzelnen haben wir bereits bei Taf. 2 gesprochen, sodaß wir hier darüber hinweggehen können. Als Ganzes betrachtet ist die Wirbelsäule sanft wellenförmig gebogen, und zwar in ihrem obern, dem Halstheile, nach vorn, in ihrem mittlern, dem Rückentheile, nach hinten, und in ihrem untern, dem Lendentheile, wiederum nach vorn. Der Anfang und das Ende sind am beweglichsten, während in der Mitte die einzelnen Theile fester aneinandergefügt sind. Außer den Stamm für den Rumpf zu bilden, enthält die Wirbelsäule einen langen Kanal, den **Wirbelsäulenkanal**, canalis spinalis, welchen die Summe der **Wirbelöffnungen**, foramina spinalia (Taf. 2, Fig. 5l, 6l, 8h, 9h, 10h) bildet. Das Kreuz- und Steißbein ist bereits bei Taf. 2 behandelt worden.

Die Rippen.

Die **Rippen**, costae (Taf. 4, Fig. 1k, l, m, n und 3, 4) bilden die feste Grundlage der Seitenwand des Brustkastens. Es sind 24 Stück, welche zur Hälfte rechts, zur Hälfte links liegen. Die 12 Rippen jeder Seite zerfallen in **sieben wahre Rippen**, vertebrae verae oder genuinae (Taf. 4, Fig. 1k—1l) und in **fünf falsche Rippen**, costae spuriae (Taf. 4, Fig. 1m—1n).

Die **wahren Rippen** sind die sieben obersten, welche mit ihrem hintern Theile mit der Wirbelsäule, mit ihrem vordern knorpeligen Ende mit dem Brustbeine zusammenhängen. Die obern sind kleiner, aber stärker gekrümmt als die untern, und während jene

mit ihren Flächen mehr nach oben und unten gewandt sind, sehen diese mit ihren breiten Seiten mehr nach aus- und einwärts. Die Rippenknorpel am vordern Ende nehmen von oben nach unten an Länge immer mehr zu und setzen sich unter einem immer spitzern Winkel an das Brustbein an.

Die falschen Rippen sind die fünf untersten; sie unterscheiden sich von den wahren Rippen dadurch, daß sie mit ihrem Knorpel das Brustbein nicht erreichen und von oben nach unten an Größe abnehmen.

Man unterscheidet an den Rippen drei Theile, ein hinteres Ende, den Körper und ein vorderes Ende.

Das hintere Ende, extremitas posterior (Taf. 4, Fig. 3A, 4A), hat ein Köpfchen, capitulum (Taf. 4, Fig. 3a, 4a), welches frei an den Körper der Brustwirbel anliegt, einen Hals, collum (Taf. 4, Fig. 3b, 4b), und ein Höckerchen, tuberculum costae (Taf. 4, Fig. 3c, 4c), welches sich an den Seitenfortsatz der Brustwirbel anlegt.

Der Körper, corpus (Taf. 4, Fig. 3B, 4B), bildet den mittlern Theil der Rippe. An ihm bemerkt man zunächst den Rippenwinkel, angulus costae (Taf. 4, Fig. 3d, 4d), ferner einen obern Rand, margo superior (Taf. 4, Fig. 3e, 4e), einen untern Rand, margo inferior (Taf. 4, Fig. 3f, 4f), sowie eine äußere Fläche, superficies externa (Taf. 4, Fig. 3g, 4g), und eine innere Fläche, superficies interna (Taf. 4, Fig. 3h, 4h). An der innern Fläche befindet sich noch die Rippenrinne, sulcus costalis (Taf. 4, Fig. 3i), für die Rippengefäße und den Rippennerv.

Das vordere Ende, extremitas anterior (Taf. 4, Fig. 3C, 4C), wird etwas dicker und verbindet sich mit dem Rippenknorpel, cartilago costalis, dem vordern hellern Theil der Rippen in Fig. 1.

Das Brustbein.

Das Brustbein, sternum oder os pectoris (Taf. 4, Fig. 1o, 1p, 1q) bildet den vordern Theil des Brustkastens und liegt zwischen den vordern Enden der wahren Rippen, während sich oben auch noch die Schlüsselbeine ansetzen. Man unterscheidet am Brustbein, das eine länglich-platte Gestalt hat, drei Theile: den Handgriff, den Körper, und den schwertförmigen Fortsatz.

Der Handgriff oder die Handhabe, manubrium sterni (Taf. 4, Fig. 1o), ist der oberste Theil des Brustbeins. Er hat zwei Gelenkgruben für das Schlüsselbein, incisurae claviculares, zwischen welchen sich der halbmondförmige Einschnitt, incisura semilunaris, befindet, außerdem befinden sich an jeder Seite zwei Grübchen, foveae oder sinus articulares, für die erste und zweite Rippe.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus sterni (Taf. 4, Fig. 1p), ist dünner und schmaler als der Handgriff und hat an jeder Seite fünf kleine Gruben, foveae oder sinus articulares, für die dritte bis siebente wahre Rippe.

Der schwertförmige Fortsatz, processus xiphoideus oder ensiformis (Taf. 4, Fig. 1q), bildet das unterste, frei hervorragende spitze Ende des Brustbeins, welches meist nur aus Knorpel besteht.

Das Becken.

Die Beckenknochen oder ungenannten Knochen, ossa pelvis, ossa innominata, oder ossa coxarum (Taf. 4, Fig. 2B), bilden die vordern und seitlichen Theile des Beckens, pelvis, das durch die Einfügung des Kreuzbeins, os sacrum (Taf. 4, Fig. 1 Fig. 11 und 12), in der hintern Wand zu einer vereinigt wird und einen geschlossenen Ring

Die Beckenknochen oder ungenannten welche paarig sind, bestehen jederseits aus dr dem Darm-, Sitz- und Schambeine, welc Pfanne, acetabulum (Taf. 4, Fig. 2n), zu stoßen, nach vorn in der Schambeinfu physis ossium pubis (Taf. 4, Fig. 2u), sich und nach hinten mit dem Kreuzbein sich ver

Das Darmbein oder Hüftbein, os ilei Fig. 2C), ist das größte oberste Stück der Be von schaufelförmiger Gestalt. Man unterie demselben eine innere und eine äußere einen obern, vordern, hintern und Rand und den Körper.

Die innere Fläche, superficies interna, welche uns in unserer Fig. 2 in C entgegen stellt die concave Seite einer Schale dar, n Darmbeingrube, fossa iliaca, bezeich Hinten und unten von ihr zieht sich, die Gr großen und kleinen Beckens bildend, die bogenförmige Linie, linea arcuata interna Fig. 2c, 2e), hin. An dem vordern, meist Schambeine verwachsenen Ende befindet sich der Schambeinhöcker, tuber ileo-pectineum Fig. 2m), während sich nach hinten die obere Fläche befindet, welche überknorpelt ist und gleichen Fläche des Kreuzbeins die Darm beinverbindung, symphysis sacro-iliaca Fig. 2f), bildet.

Die äußere Fläche, superficies externa, die Rückseite von unserer Darstellung des T An ihr ist nur die äußere gebogene Lini arcuata externa oder semicircularis, zu bem

Der obere Rand oder Hüftkamm, cr (Taf. 4, Fig. 2g), bildet einen breiten dic mit zwei Lippen, einer äußern Lippe, lab ternum, und einer innern Lippe, labium in zwischen welchen sich auf dem Scheitel die Z linie, linea intermedia, befindet.

Der vordere Rand zeigt zunächst da, w dem obern Rande zusammenstößt, den vordern Darmbeinstachel, spina ilei anterior superior Fig. 2h), während am untern Ende der s untere Darmbeinstachel, spina ilei anter ferior (Taf. 4, Fig. 2i), sich befindet; zwischen zieht sich der vordere halbmondförmige schnitt, incisura semilunaris anterior Fig. 2k) hin.

Der hintere Rand hat wie der vorder hintern obern und hintern untern Darm stachel, spina ilei posterior superior und i aufzuweisen, zwischen welchen der hintere mondförmige Einschnitt, incisura sem posterior, sich befindet.

Der untere Rand, welcher den obern T großen Sitzbeineinschnittes, incisura is major, begrenzt, ist in unserer Darstellun sichtbar.

Der Körper, corpus, des Darmbeins ist vordere untere Theil des Knochens, welcher den hintern obern Theil der Pfanne bildet.

Das Sitzbein, os ischii (Taf. 4, Fig. 2D), unterste der Beckenknochen und begrenzt der ausgang. Man unterscheidet an ihm den k den absteigenden Ast und den aufsteigende

Der Körper, corpus, ist der dickere, obere des Knochens, welcher den hintern, untern Pfanne bildet und nach hinten den großen Ein

schnitt, incisura ischiadica major, welcher am Sitzbeinstachel, spina ischii (Taf. 4, Fig. 2C), beginnt und von da nach aufwärts geht, begrenzt.

Der absteigende Ast des Sitzbeins, ramus descendens ossis ischii (Taf. 4, Fig. 2x), begrenzt nach hinten den kleinen Sitzbeineinschnitt, incisura ischiadica minor, welcher sich vom Sitzbeinstachel, spina ischii (Taf. 4, Fig. 2l), nach abwärts erstreckt, und geht nach unten in den Sitzknorren, tuber ischii (Taf. 4, Fig. 2w), über.

Der aufsteigende Ast, ramus ascendens (Taf. 4, Fig. 2v), beginnt vom Sitzknorren, geht nach aufwärts und verschmilzt mit dem absteigenden Aste des Schambeins.

Das Schambein oder Schosbein, os pubis (Taf. 4, Fig. 2E), begrenzt den Eingang in das kleine Becken nach vorn. Man unterscheidet an ihm den Körper, den horizontalen Ast und den absteigenden Ast.

Der Körper, corpus, bildet den vordern Theil der Pfanne. Da wo er mit dem Körper des Darmbeins zusammenstößt, befindet sich der Darm-Schambeinhöcker, tuber ileo-pectineum (Taf. 4, Fig. 2m).

Der horizontale Ast, ramus horizontalis (Taf. 4, Fig. 2r), geht nach vorn und innen und hat an seinem innern Ende den Schambeinstachel, spina pubis (Taf. 4, Fig. 2s), von welchem nach dem Darmschambeinhöcker sich der Schambeinkamm, crista pubis oder pecten, hinzieht.

Der absteigende Ast, ramus descendens (Taf. 4, Fig. 2t), hat an seinem nach innen gekehrten Rande eine knorpelige Fuge zur Bildung der Schambeinfuge, symphysis ossium pubis (Taf. 4, Fig. 2u). Unterhalb der Schambeinfuge weichen die absteigenden, sich gegenseitig berührenden Schambeinäste auseinander und bilden den Schambogen, arcus pubis.

Die Pfanne, acetabulum (Taf. 4, Fig. 2n), wird, wie schon erwähnt, von dem Körper des Darm-, Sitz- und Schambeins gebildet. Sie liegt an der äußern seitlichen Wand des Beckens und dient zur Aufnahme des Schenkelkopfs. Ihr oberer Rand, supercilium acetabuli (Taf. 4, Fig. 2o), ist mit Knorpel überzogen, während nach unten ein Einschnitt, der Pfannenausschnitt, incisura acetabuli (Taf. 4, Fig. 2p), sich befindet.

Das Hüftloch, foramen obturatorium oder foramen ovale (Taf. 4, Fig. 2q), liegt an der vordern Seite des kleinen Beckens, eingeschlossen von den Aesten des Sitz- und Schambeins. Es ist zum größten Theil, bis auf ein Loch am obern äußern Umfang, von einer Haut, der Verschließungshaut, membrana obturatoria, überzogen.

Die Brusthöhle.

Die Brusthöhle, cavitas thoracis, wird von dem Brustkorb oder Brustkasten, thorax, umschlossen. Derselbe bildet den obersten Theil des Rumpfes, truncus, und reicht, unterhalb des Halses beginnend, bis zur zwölften Rippe. Er hat die Form eines abgestumpften Kegels mit der Spitze nach oben, unten breiter werdend, und zeigt im Horizontalschnitt eine herzförmige Gestalt. Begrenzt wird der Brustkorb nach hinten durch die Brustwirbelsäule, seitlich durch die Rippen, und nach vorn durch das Brustbein. Oben und unten ist er offen zum Ein- und Austritt verschiedener Organe, während der hier bleibende Raum durch Weichtheile geschlossen wird. Der Brustkorb dient dazu, um vorzugsweise Herz und Lunge aufzunehmen und diesen zarten Organen Schutz zu gewähren.

Die Bauchhöhle.

Die Bauchhöhle, cavum abdominis, nimmt den mittlern Theil des Rumpfes ein und erstreckt sich von den Rippen bis zum Becken. Nur nach hinten wird die Bauchhöhle durch die knöcherne Lendenwirbelsäule begrenzt, während alle übrigen Wände durch Muskeln gebildet werden. Von der Brusthöhle ist die Bauchhöhle durch das Zwerchfell getrennt. Die Bauchhöhle dient dazu, um namentlich den Verdauungsapparat, den Magen und Darm, sowie Leber, Milz und Nieren aufzunehmen.

Die Beckenhöhle.

Die Beckenhöhle, cavitas pelvis, bildet den untersten Theil des Rumpfes und wird nach hinten begrenzt von dem Kreuz- und Steißbein, an den Seiten und nach vorn von den ungenannten Knochen. Der ganze von diesen Knochen umschlossene Raum zerfällt in zwei Theile, das große und das kleine Becken, welche durch die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c und 2e), voneinander getrennt werden.

Das Becken dient vorzugsweise zur Aufnahme der innern Geschlechts- und Harnwerkzeuge, sowie eines Theils der Därme.

Ein großer Unterschied besteht zwischen dem männlichen und weiblichen Becken, welchen Taf. 1, Fig. 4, 5, 6, 7, veranschaulicht.

Das große Becken, pelvis major, ist trichterförmig, nach vorn offen, während es seitlich von den Schaufeln des Darmbeins, ossis ilei (Taf. 4, Fig. 2C), nach hinten von dem Kreuzbein, os sacrum (Taf. 4, Fig. 2A), begrenzt wird.

Das kleine Becken, pelvis minor, wird oben durch einen vollständigen Ring, der eine herzförmige Gestalt hat und durch die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c und 2e), gebildet wird, umschlossen. Man unterscheidet an dem kleinen Becken die für den Geburtsact wichtigen Theile, die obere Oeffnung oder den Beckeneingang, die Beckenhöhle und die untere Oeffnung oder den Beckenausgang.

Die obere Oeffnung oder der Beckeneingang, apertura pelvis superior (Taf. 1, Fig. 5, 7), ist von länglich-runder und herzförmiger Gestalt, welche am besten durch die verschiedenen Durchmesser charakterisirt wird. So messen der gerade Durchmesser, conjugata vera, welcher vom Vorgebirge, promontorium (Taf. 1, Fig. 4_7, Fig. 5_6, Fig. 6_7, Fig. 7_6 und Taf. 4, Fig. 2b), zum obern Rande der Schambeinfuge (Taf. 1, Fig. 5; Taf. 5, Fig. 7s und Taf. 4, Fig. 2s) geht, 4″ bis 4″ 3‴; der Querdurchmesser, diameter transversus, welcher von der Mitte der innern bogenförmigen Linie der einen Seite zu der der andern Seite geht (Taf. 4, Fig. 2c — 2e) 4″ 9‴ bis 5″. Die beiden schiefen Durchmesser, diametri obliqui oder Deventeri, welche von der Kreuz-Darmbeinfuge, symphysis sacro-iliaca (Taf. 4, Fig. 2f) der einen Seite zum Darm-Schambeinhöcker, tuber ileo-pectineum (Taf. 4, Fig. 2m) der andern Seite gehen, 4″ 6‴ bis 4″ 8‴, während die innere bogenförmige Linie, linea arcuata interna (Taf. 4, Fig. 2c—2e), einen Umfang von 15″ bis 16″ 6‴ hat.

Die Beckenhöhle, cavum pelvis, zeigt etwas andere Durchmesser, hier ist der gerade Durchmesser, welcher von der Mitte der Vereinigungsstelle des zweiten und dritten Kreuzbeinstücks zur Mitte der Schambeinfuge geht, 4″ bis 4″ 6‴. Der

Querdurchmesser, welcher von der Mitte der innern Pfannenwand der einen Seite zu der der andern Seite sich erstreckt, 4″ bis 4″ 3‴, während der größte Umfang 13″ 6‴ bis 15″ 6‴ mißt.

Die untere Oeffnung, der Beckenausgang, apertura pelvis inferior, ist am engsten und wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, os coccygis (Taf. 1, Fig. 5_7—7_7), von den Bandmassen, welche den Beckenausgang umgeben, den absteigenden Aesten der Sitzbeine und dem Schambogen, arcus pubis (Taf. 1, Fig. 4_6, 5_6, 6_6, 7_6 und Taf. 4, Fig. 2u). Der gerade Durchmesser, welcher durch die Beweglichkeit des Steißbeins etwas veränderlich ist, geht von der Spitze dieses zum untern Rande der Schambeinfuge und mißt 2″ 9‴ bis 3″ 4‴, während der quere Durchmesser, welcher vom innern Rande des einen Sitzknorren, tuber ischii (Taf. 4, Fig. 2w), zu dem des andern geht, eine Größe von 3″ bis 4″ hat. Um auch für den geraden Durchmesser eine constante Größe zu haben, zieht man einen zweiten solchen, welcher von der Vereinigungsstelle des Kreuzbeins mit dem Steißbeine zum untern Rande der Schambeinfuge geht und 3″ 6‴ bis 4″ 3‴ mißt.

Die Knochen der Gliedmaßen.

Die Knochen der Gliedmaßen, ossa extremitatum (Taf. 4; 5 bis 28) zerfallen in zwei Theile: in die Knochen der obern Extremität und in die der untern Extremität.

A. Knochen der obern Extremität.

Die Knochen der obern Extremität oder der Arme, brachia (Taf. 4; 5 bis 18) hängen zu beiden Seiten des Brustkorbes, an welchem sie beweglich befestigt sind, herab und zerfallen in die Knochen der Schulter, den Oberarmknochen, die Vorderarmknochen und die Knochen der Hand.

1. Knochen der Schulter.

Die Knochen der Schulter, ossa humeri (Taf. 4; 5 bis 8), bilden den obersten Theil des Arms und bestehen aus den beiden Knochen, dem Schlüsselbeine und dem Schulterblatte.

a. Das Schlüsselbein.

Das Schlüsselbein, clavicula (Taf. 4; 1r, 5, 6), ist ein paariger Knochen, welcher vom obern Ende des Brustbeins in ziemlich horizontaler Richtung schräg von vorn, innen und unten nach hinten, außen und oben über die erste Rippe weg zum Schulterblatt geht und die Grenze zwischen Hals und Thorax bildet (Taf. 4; 1r). Es hat eine längliche S-förmig gewundene Gestalt, an der man zwei Enden, das Brustbein- und Schulterblattende, sowie den Körper unterscheidet.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus clavicula (Taf. 4; 5a, 6a), ist schwach gekrümmt, und zwar so, daß der innere Theil nach vorn, der äußere dagegen nach hinten convex ist.

Das Brustbeinende, auch inneres oder vorderes Ende, extremitas sternalis (Taf. 4; 5b, 6b), ist dick und mit einer überknorpelten Gelenkfläche versehen, mit welcher es am Handgriff des Brustbeins articulirt. An seiner untern Fläche hat es einen Höcker für das rautenförmige Band, tuberositas für das ligamentum rhomboideum (Taf. 4; 6d).

Das Schulterblattende, auch äußeres oder vorderes Ende (Taf. 4; 5c, 6c), ist plattgedrückt und zeigt eine Gelenkfläche zur Verbindung mit de Schulterblatte, superficies articularis (Taf. 4; 5d), u einen Höcker zum Ansatz des Rabenschnabe Schlüsselbeinbandes, tuberositas für das lig mentum coraco-claviculare (Taf. 4; 6c).

b. Das Schulterblatt.

Das Schulterblatt, scapula, omoplata (Taf. 1s, 7, 8), liegt am hintern obern Theile des Bru korbes, neben der Wirbelsäule, und bedeckt an di Stelle die zweite bis siebente Rippe (Taf. 4; 1 Die Gestalt ist flach, dreieckig, nach außen schwach wölbt. Man unterscheidet an dem Schulterblatt zw innere und äußere Fläche, drei Ränder, und vi einen hintern, vordern und obern Rand, drei Winkel, als einen obern, untern und vorder Winkel. Nur durch das Schlüsselbein steht das Schulterblatt mit dem Körper in knöcherner Verbindung.

Die innere oder vordere Fläche, fossa su scapularis oder superficies anterior (Taf. 4; 8a) schwach concav und sieht gegen die Rippe.

Die äußere oder hintere Fläche, superfici posterior (Taf. 4; 7a und 7b), ist durch die Schu tergräte, spina scapulae (Taf. 4; 7c), in zwei Thei getheilt, in einen obern kleinern, die Grube üb der Gräte, fossa supraspinata (Taf. 4; 7a), un in einen untern größern, die Grube unter der Grät fossa infraspinata (Taf. 4; 7b). Die Schultergrä welche einen dicken, nach hinten sehenden freien Ran hat, welcher eine obere und untere Lippe, labium superius und inferius zeigt, läuft nach vorn, oben und außen in die Schulterhöhle, acromion (Taf. 4; 7d, 8e), aus, an welcher sich für das Schulterblatt ende des Schlüsselbeins eine kleine Gelenkfläche, superficies articularis pro clavicula (Taf. 4; 7e und 8 befindet.

Der hintere Rand, basis scapulae oder margo superior (Taf. 4; 7k, 8l), ist der Wirbelsäule zugekehrt und hat die größte Länge.

Der vordere, auch untere oder äußere Rand, margo anterior (Taf. 4; 7m, 8n), ist etwas kürzer als der hintere, dafür aber dicker.

Der obere Rand, margo superior (Taf. 4; 7h, 8h), ist der kleinste und ziemlich scharf. An seinem vordern Ende hat er einen kleinen Einschnitt, den Schulterblatteinschnitt, incisura scapulae (Taf. 4; 7g, 8i), neben welchem der Rabenschnabelfortsatz, processus coracoideus (Taf. 4; 7f, 8g), entspringt.

Der obere oder hintere Winkel, angulus superior (Taf. 4; 7i, 8k), ist spitz und scharf.

Der untere Winkel, angulus inferior (Taf. 4; 7l, 8m), ist dagegen stumpf und abgerundet.

Der vordere und äußere Winkel verdickt sich zu einem ovalen Kopf, dem Gelenkkopf des Schulterblattes, condylus scapulae (Taf. 4; 7n, 8b), welcher durch den Hals, collum scapulae (Taf. 4; 7o), der mit dem Halseinschnitt, incisura colli scapulae, versehen ist, mit dem Körper zusammenhängt. An seinem äußersten Ende befindet sich eine flache Gelenkgrube, cavitas glenoidalis (Taf. 4; 7p), zur Aufnahme des Oberarmkopfes, und unter derselben der Höcker für den dreiköpfigen Muskel, tuberositas für den musculus triceps (Taf. 4; 8o).

2. Oberarmknochen.

Der Oberarmknochen, os humeri oder brachii (Taf. 4; 9 und 10), hängt zu beiden Seiten des Brustkorbes vom Schulterblatt herab. Er ist ein langer, röhrenförmiger Knochen mit einem obern und untern Ende, zwischen welchen sich der Körper befindet.

Das obere Ende, oder der Oberarmkopf, caput humeri (Taf. 4; 9a, 10a), legt sich an die Gelenkfläche des Schulterblatts an und ist durch den Hals des Oberarms, collum humeri (Taf. 4; 9c, 10b), mit dem Körper des Oberarmknochens verbunden. An dem Oberarmkopf ist noch sichtbar der größere Höcker, tuberculum majus (Taf. 4; 9b, 10c), und der kleinere Höcker, tuberculum minus (Taf. 4; 10d). Von beiden Höckern geht eine Leiste aus, die Leiste des größern Höckers, spina tuberculi majoris (Taf. 4; 10g), und die Leiste des kleinern Höckers, spina tuberculi minoris (Taf. 4; 10f), zwischen welchen Leisten und den beiden Höckern sich eine Rinne befindet, die Zwischenhöckerrinne, sulcus intertubercularis oder longitudinalis (Taf. 4; 10e).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus humeri (Taf. 4; 9d, 10h), hat die Form eines dreiseitigen Prismas, mit einer innern oder vordern, einer hintern und einer äußern Seite, sowie mit drei Winkeln, einem vordern, innern (Taf. 4; 9g, 10i) und einem äußern (Taf. 4; 9h, 10k).

Das untere Ende bildet das Gelenk für den Unterarm; an ihm ist zu bemerken der äußere Gelenkfortsatz, condylus externus oder extensorius (Taf. 4; 9k, 10m), und der innere Gelenkfortsatz, condylus internus oder flexorius (Taf. 4; 9g, 10l). Zwischen beiden Gelenkfortsätzen befindet sich der Elnbogenfortsatz, processus cubitalis, zur Bildung des Elnbogengelenks, welches aus zwei überknorpelten Gelenktheilen, der sattelförmigen Rolle, trochlea (Taf. 4; 10p), und der kopfförmigen Erhabenheit, eminentia capitata oder rotula (Taf. 4; 9i, 10o), besteht. Vorn befindet sich über der Rolle die vordere größere Grube, fossa anterior major, oder fossa supratrochlearis anterior (Taf. 4; 10q), und über der kopfförmigen Erhabenheit die vordere kleinere Grube, fossa anterior minor (Taf. 4; 10r), während sich hinten über der Rolle die hintere Grube, fossa posterior oder fossa supratrochlearis posterior (Taf. 4; 9l), befindet.

3. Die Vorderarmknochen.

Die Vorderarmknochen, ossa antibrachii (Taf. 4; 11—14), werden aus zwei Theilen gebildet: dem Elnbogenbeine und der Speiche.

a. Das Elnbogenbein.

Das Elnbogenbein, ulna oder focile majus (Taf. 4; 11, 12), legt sich an die Rolle des Oberarmknochens an und bildet den innern oder Kleinfingerrand des Vorderarms. Es ist oben dick, lang und verjüngt sich nach der Hand zu. Man unterscheidet an ihm das obere Ende, den Körper und das untere Ende.

Das obere Ende hat eine eigenthümliche hakenförmige Gestalt; man bemerkt an demselben die größere sichelförmige oder halbmondförmige Grube, fossa sigmoidea major (Taf. 4; 11c, 12c), welche sich an die Rolle anlegt, und die kleinere halbmondförmige Grube, fossa sigmoidea minor (Taf. 4; 12d), den Elnbogenfortsatz, olecranon oder processus anconaeus (Taf. 4; 11a, 12a), und den Kronenfortsatz, processus coronoideus (Taf. 4; 11b, 12b).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus ulnae (Taf. 4; 11d, 12e), ist prismatisch und hat eine hintere oder Rückenfläche, eine innere und eine vordere oder Volarfläche, sowie drei Winkel, und zwar einen äußern, den Elnbogenbeinkamm, angulus externus oder crista ulnae (Taf. 4; 11f), einen innern, angulus internus (Taf. 4; 11e), und einen hintern, angulus posterior.

Das untere Ende hat ein rundliches Köpfchen, capitulum ulnae (Taf. 4; 11g, 12f), sowie den griffelförmigen Fortsatz, processus styloideus ulnae (Taf. 4; 11h, 12g).

b. Die Speiche.

Die Speiche, radius oder focile minus (Taf. 4; 13 und 14), liegt am äußern oder Daumenrande des Unterarms. Sie ist cylindrisch, oben dünn mit einem knopfförmigen Ende, und wird nach der Hand zu immer dicker. Auch an ihr unterscheidet man drei Theile, ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende.

Das obere Ende oder das Köpfchen der Speiche, capitulum radii (Taf. 4; 13a, 14a), legt sich an die kopfförmige Erhabenheit des Oberarmknochens durch die obere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis pro rotula (Taf. 4; 14b). Mit seinem großen Umfange, dem Gelenkumkreis, circumferentia articularis (Taf. 4; 13b, 14c), legt es sich an die kleinere halbmondförmige Grube des Elnbogenbeins, durch den Hals, collum radii (Taf. 4; 13c, 14d), unter welchem sich der Speichenhöcker, tuberositas radii (Taf. 4; 14e), befindet, verbindet sich das Köpfchen mit dem Körper.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus radii (Taf. 4; 13d, 14f), ist dreiseitig und hat eine vordere oder Volarfläche, eine äußere und eine hintere oder Rückenfläche, sowie drei Winkel, einen innern, sehr scharfen, die Speichenleiste, crista radii (Taf. 4; 13e, 14l), einen äußern und einen vordern.

Das untere Ende, extremitas inferior (Taf. 4; 13f, 14g), ist dick und breit. An demselben ist zu bemerken der griffelförmige Fortsatz, processus styloideus radii (Taf. 4; 13g, 14h), der Elnbogenbein- oder halbmondförmige Einschnitt, incisura ulnaris oder semilunaris (Taf. 4; 13h, 14k), für das Köpfchen des Elnbogenbeins, und die untere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis inferior (Taf. 4; 13i, 14k), mit welcher die Speiche mit dem Schiff- und Mondbein der ersten Reihe der Handwurzelknochen in Verbindung tritt.

4. Knochen der Hand.

Die Knochen der Hand, ossa manus (Taf. 4; 17, 18), zerfallen in drei Theile, in die Handwurzelknochen, die Mittelhandknochen und die Fingerknochen.

a. Handwurzelknochen.

Handwurzelknochen, ossa carpi (Taf. 4; 15, 16, 17a—i, 18A), werden acht Stück gezählt, welche in zwei Reihen, in eine obere Reihe (Taf. 4; 15) und eine untere Reihe (Taf. 4; 16) sich gruppiren, von denen jede vier Stück zählt. Die Handwurzelknochen sind der oberste Theil der Hand, welcher an den Oberarm anstößt, und bilden ein Gewölbe, das nach der Hohlhand concav, nach dem Handrücken convex ist. An beiden Seiten dieses Gewölbes oder Halbringes befinden sich nach der Hohlhandseite zu zwei Hervorragungen, eminentiae carpi, und zwar an der Daumen- oder Radialseite die erste oder obere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi radialis prima oder superior (Taf. 4; 15g), und

die zweite oder untere radiale Hervorragung, eminentia carpi radialis secunda oder inferior (Taf. 4; 15h), sowie an der Kleinfinger- oder Ulnarseite die erste oder obere ulnare Hervorragung, eminentia carpi ulnaris prima oder superior (Taf. 4; 15i), und die zweite oder untere ulnare Hervorragung, eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior (Taf. 4; 15k). An jedem Handwurzelknochen unterscheidet man sechs Seiten: eine Hohlhandseite, superficies volaris, eine Handrückenseite, superficies dorsalis, eine Speichenseite, superficies radialis, eine Elnbogenbeinseite, superficies ulnaris, eine Armseite, superficies brachialis, und eine Fingerseite, superficies digitalis.

α. Handwurzelknochen der obern oder ersten Reihe.

Die Handwurzelknochen der obern oder ersten Reihe (Taf. 4; 15) sind durch ein Gelenk mit dem Unterarm verbunden, und werden gebildet von dem Kahnbein, dem Mondbein, dem dreieckigen Knochen und dem Erbsenbein.

1) Das Kahnbein, os naviculare (Taf. 4; 15a, 17a, 18a), ist der erste am Speichenrande befindliche Knochen der ersten Reihe der Handwurzelknochen, er stößt nach innen, der Kleinfingerseite, an das Mondbein, nach oben an die Speiche und nach unten an das große und kleine vieleckige Bein und an das Kopfbein, und bildet nach außen die obere radiale Hervorragung, eminentia carpi radialis prima oder superior (Taf. 4; 15g).

2) Das Mondbein, os lunatum (Taf. 4; 15b, 17b, 18b), stößt nach außen, der Daumenseite, an das Kahnbein, nach innen an den dreieckigen Knochen, nach oben an die Speiche und nach unten an das Kopfbein.

3) Der dreieckige Knochen, os triquetrum (Taf. 4; 15c, 17c, 18c), liegt am Kleinfingerrande des Carpus, stößt nach außen an das Mondbein, nach oben an das Elnbogenbein, und nach unten an das Hakenbein. An der Hohlhandfläche hat es eine kleine Gelenkfläche für das Erbsenbein.

4) Das Erbsenbein, os pisiforme (Taf. 4; 15d, 16f, 17d), liegt am Kleinfingerrande der ersten Handwurzelreihe, an der Hohlhandseite des dreieckigen Knochens, und bildet die erste oder obere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi ulnaris prima oder superior (Taf. 4; 15i).

β. Handwurzelknochen der untern oder zweiten Reihe.

Die Handwurzelknochen der untern oder zweiten Reihe grenzen nach oben an die Handwurzelknochen der ersten Reihe, während sie sich nach unten mit den Mittelhandknochen verbinden; sie sind das große und kleine vielwinkelige Bein, das Kopfbein und das Hakenbein.

5) Das große vielwinkelige Bein, os multangulum majus (Taf. 4; 15e, 16a, 17e, 18d), bildet den äußern Speichen- oder Daumenrand der zweiten Handwurzelreihe, stößt nach innen an das kleine vieleckige Bein, nach oben an das Kahnbein und nach unten an den ersten Mittelhandknochen. Der freie Rand bildet die zweite oder untere radiale Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi radialis secunda oder inferior (Taf. 4; 15h).

6) Das kleine vielwinkelige Bein, os multangulum minus (Taf. 4; 16b, 17f, 18e), stößt nach außen an das große vielwinkelige Bein, nach innen an das Kopfbein, nach oben an das Kahnbein und nach unten an den zweiten Mittelhandknochen.

7) Das Kopfbein, os capitatum (Taf. 4; 16c, 17g, 18f), grenzt nach außen an das kleine vielwinkelige Bein, nach innen an das Hakenbein, nach oben an das Kahn- und Mondbein, und nach unten an den dritten Mittelhandknochen.

8) Das Hakenbein, os hamatum (Taf. 4; 16d, 17h, 18g), bildet den innern Elnbogen- oder Kleinfingerrand der zweiten Reihe der Handwurzelknochen und endet frei mit dem nach der Hohlhand gekrümmten Haken, hamulus oder processus uncinatus (Taf. 4; 15f), welcher zugleich die zweite oder untere ulnare Hervorragung der Handwurzelknochen, eminentia carpi ulnaris secunda oder inferior (Taf. 4; 15k) bildet. Nach außen grenzt das Hakenbein an das Kopfbein, nach oben an den dreieckigen Knochen und nach unten an den vierten und fünften Mittelhandknochen.

b. Mittelhandknochen.

Die Mittelhandknochen, ossa metacarpi (Taf. 4; 17k, 18B), sind fünf nebeneinanderliegende längliche Knochen, an welchen man ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende unterscheidet. Das obere Ende stößt an die Handwurzelknochen der zweiten Reihe, während das untere Ende sich mit dem ersten Fingergliede verbindet. Gezählt werden die Mittelhandknochen von der Speichen- oder Daumenseite an und ist der Mittelhandknochen des Daumens, os metacarpi pollicis, auch der erste Mittelhandknochen, os metacarpi primum (Taf. 4, 18b), während der Mittelhandknochen des kleinen Fingers, os metacarpi digiti minimi, auch der fünfte Mittelhandknochen, os metacarpi quintum (Taf. 4; 18e) ist. Zwischen diesen beiden liegt der Reihe nach der zweite, dritte und vierte Mittelhandknochen, os metacarpi secundum, tertium und quartum oder indicis, digiti medii und digiti annularis (Taf. 4; 18i, 18k, 18l).

Das obere Ende, basis metacarpi (Taf. 4; 18a), ist etwas dicker als der Körper und mit einer Gelenkfläche für den entsprechenden Handwurzelknochen versehen.

Der Körper oder das Mittelstück, corpus metacarpi, ist dreikantig, mit einer etwas gewölbten Rücken-, und einer Radial- und Ulnarfläche, sowie drei Winkeln, von denen der untere der schärfste ist.

Das untere Ende oder das Köpfchen, capitulum (Taf. 4; 18o), bildet die Gelenkverbindung mit den fünf Fingern.

c. Fingerknochen.

Die Fingerknochen, ossa digitorum oder phalangum (Taf. 4; 17n—r, 18c), bilden die äußerste Spitze der obern Extremität. Jeder Finger hat drei Glieder, phalanges (Taf. 4; 17p, q, r — 18r, s, t), nur der Daumen hat blos zwei (Taf. 4, 17n, o bis 18p, q). Die Glieder werden von länglichen Knöchelchen gebildet, von denen die erste Reihe die größten, die dritte die kleinsten hat. Sie sind platt gedrückt, haben ein oberes und unteres Ende, eine Hohlhand- und Rückenfläche, sowie einen Radial- und Ulnarrand. Am obern Ende befindet sich eine Gelenkgrube für das Köpfchen des entsprechenden Mittelhandknochens, oder des höher gelegenen Fingergliedknochens, während das untere Ende rollen- oder köpfchenförmig gestaltet ist.

Die Knochen der dritten oder untern Reihe [illegible] Fingerglieder, ossa phalangum digitorum [illegible] tertia (Taf. 4; 17r, 18t), und der Knochen des [illegible]ten Gliedes des Daumens, os phalangis [illegible]ndae pollicis (Taf. 4; 17o, 18q), auch Nagel[illegible]d, phalanx unguicularis, genannt, endigt frei in [illegible]n rauhen Wulst.

Von den fünf Fingern unterscheidet man:

1) den Daumen oder ersten Finger, pollex oder digitus primus,
2) den Zeigefinger oder zweiten Finger, index oder digitus secundus,
3) den Mittelfinger oder dritten Finger, digitus medius oder tertius,
4) den Ringfinger oder vierten Finger, digitus annularis oder quartus,
5) den Kleinen- auch Ohrfinger, oder fünften Finger, digitus minimus, auch auricularis oder quintus.

Die Sesambeine.

Die Sesambeine, ossa oder ossicula sesamoidea (Taf. 4; 17s), sind zwei kleine Knöchelchen, welche [illegible]s inneres Sesambein, os sesamoideum internum, [illegible]s äußeres Sesambein, os sesamoideum ex[illegible]rnum, zwischen dem Köpfchen des ersten Mittelhandknochens und dem obern Ende der ersten Phalanx des Daumens liegen.

B. Knochen der untern Extremität.

Die Knochen der untern Extremität oder der Füße, pedes (Taf. 4; 19 bis 28), bilden den untern Theil des menschlichen Körpers und gehen von jeder Seite des Beckens, wo sie in den Pfannen liegen, nach abwärts. Sie zerfallen in den Oberschenkelknochen, die Knochen des Unterschenkels und die Knochen des Fußes.

1. Der Oberschenkelknochen.

Der Oberschenkelknochen, os femoris (Taf. 4; 19, 20), ist der oberste Knochen des Beins, der in der Pfanne des Beckens befestigt ist. Er ist lang, cylindrisch und der größte und stärkste Knochen des Körpers. Man unterscheidet an ihm ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende.

Das obere Ende, der Kopf des Oberschenkelknochens oder Schenkelkopf, caput ossis femoris (Taf. 4; 19a, 20a), setzt sich unter einem stumpfen Winkel an den Körper des Oberschenkelknochens an und bildet an seinem freien Theile eine Gelenkfläche, die zu zwei Drittheilen einer entsprechenden Kugelfläche gleichkommt. Auf dieser Gelenkfläche befindet sich die Grube für das runde Schenkelbeinband, fovea oder fossa pro ligamento terete (Taf. 4; 19b, 20b). Der Kopf ist durch den Schenkelhals, collum femoris (Taf. 4; 19c, 20c), mit dem Körper des Oberschenkelknochens verbunden. An demselben ist zu bemerken der größere oder äußere Rollhügel, trochanter major oder externus (Taf. 4; 19d, 20d), unter dessen freier Spitze sich nach hinten die Rollhügelgrube, fossa trochanterica, befindet, ferner der kleinere oder innere Rollhügel, trochanter minor oder internus (Taf. 4; 19e, 20e), sowie zwischen beiden Rollhügeln die vordere Zwischenrollhügellinie, linea intertrochanterica anterior (Taf. 4; 19f), und die hintere Zwischenrollhügellinie, linea intertrochanterica posterior (Taf. 4; 20f).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus femoris (Taf. 4; 19g), ist in seinem Durchschnitt ziemlich rund, von oben nach unten schwach gewölbt, sodaß er vorn schwach conver, hinten schwach concav ist. Die beiden Körper steigen nicht senkrecht nach abwärts, sondern convergiren nach ihrem untern Ende zu. An der hintern Fläche befindet sich die rauhe Linie, linea aspera (Taf. 4; 20h), welche oben mit zwei Schenkeln, einem äußern und einem innern, von den beiden Rollhügeln entspringt, den obern Schenkeln der rauhen Linie, crura superiora der linea aspera (Taf. 4; 20g-g). Nach unten theilt sich die rauhe Linie wiederum und bildet die untern Schenkel, crura inferiora (Taf. 4; 20i-i), zwischen welchen sich die Kniekehlenfläche, planum popliteum, die nach unten in die Kniegelenkgrube übergeht, befindet.

Das untere Ende des Oberschenkels schwillt stark an, trägt zur Bildung des Knies bei und hat nach außen den äußern Gelenkknopf, condylus femoris externus (Taf. 4; 19h, 20m), nach innen den innern Gelenkknopf, condylus femoris internus (Taf. 4; 19i, 20n), zwischen welchen sich nach hinten und etwas nach oben die Kniegelenkgrube, fossa poplitea (Taf. 4; 20l), befindet, sowie nach unten und gleichfalls nach hinten zwischen den überknorpelten Gelenkflächen, superficies glenoidalis (Taf. 4; 19k), die Zwischengelenkkopfgrube, fossa intercondyloidea (Taf. 4; 20o).

2. Knochen des Unterschenkels.

Die Knochen des Unterschenkels, ossa cruris (Taf. 4; 21 bis 26), bestehen aus drei verschiedenen Theilen, dem Schienbein, dem Wadenbein und der Kniescheibe.

a. Das Schienbein.

Das Schienbein, tibia (Taf. 4; 23, 24) bildet den innern, am Großzehenrande gelegenen Theil des Unterschenkels, weshalb derselbe auch Schienbein- oder Tibialrand genannt wird. Das Schienbein tritt nach oben mit dem Oberschenkelknochen in Verbindung, es ist lang und hat eine dreiseitig prismatische Gestalt. Es zerfällt in ein oberes Ende, den Körper, und ein unteres Ende.

Das obere Ende, welches mit dem Oberschenkelknochen das Kniegelenk bildet, hat einen innern Gelenkfortsatz, condylus tibiae internus (Taf. 4; 23a, 24a), und einen äußern Gelenkfortsatz, condylus tibiae externus (Taf. 4; 23b, 24b). Auf jedem dieser Gelenkfortsätze befindet sich eine Gelenkgrube für die Gelenkfortsätze des Oberschenkelknochens, und zwar eine innere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis interna (Taf. 4; 23c, 24d), und eine äußere Gelenkgrube, cavitas glenoidalis externa (Taf. 4; 23d, 24c). Zwischen beiden Gelenkflächen befindet sich die Zwischengelenkfortsatzerhabenheit, eminentia intercondyloidea (Taf. 4; 23e, 24e), während am äußern Gelenkfortsatz eine kleine Gelenkfläche, die seitliche Gelenkfläche für das Wadenbein, superficies glenoidalis lateralis oder peronea (Taf. 4; 23f, 24f), vorhanden ist. Vorn, unmittelbar unter den Gelenkfortsätzen, wo diese mit dem Körper in Verbindung treten, befindet sich der Schienbeinhöcker oder Schienbeinstachel, tuberositas oder spina tibiae (Taf. 4; 23g).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus tibiae (Taf. 4; 23h, 24h), hat drei Seiten, eine innere Seite, superficies tibiae interna (Taf. 4; 23n), eine äußere Seite, superficies tibiae externa (Taf. 4; 23o), und eine hintere Seite, superficies tibiae postica (Taf. 4; 24h), sowie drei Kanten, und zwar eine

vordere Kante, die Schienbeinleiste, crista tibiae (Taf. 4; 23i), die sehr scharf ist und von dem Schienbeinhöcker ihren Anfang nimmt, eine innere Kante und eine äußere.

Das untere Ende, welches mit dem Fuß in Verbindung tritt, hat nach innen den innern Knöchel, malleolus internus (Taf. 4; 23m, 24i), während sich an der entsprechenden Stelle nach außen ein Einschnitt mit einer Gelenkfläche befindet, der Wadenbeineinschnitt des Schienbeins, incisura fibularis tibiae (Taf. 4; 23k, 24k). Ebenso befindet sich nach unten die Gelenkgrube für das Sprungbein, fossa glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 23l, 24l).

b. Das Wadenbein.

Das Wadenbein, fibula oder perone (Taf. 4; 25, 26), liegt an der äußern oder Kleinzehenseite des Schienbeins, weshalb diese Seite des Unterschenkels auch der Fibularrand genannt wird. Das Wadenbein ist lang und sehr dünn, und von oben nach unten etwas gekrümmt, mit der Wölbung nach hinten. Wie an allen langen Knochen unterscheidet man auch an ihm ein oberes Ende, den Körper und ein unteres Ende.

Das obere Ende oder das Köpfchen des Wadenbeins, capitulum fibulae (Taf. 4; 25a, 26a), ist verhältnißmäßig dick und hat an seiner Innenseite eine kleine Gelenkfläche für das Schienbein, superficies articularis tibialis (Taf. 4; 25b, 26b).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus fibulae (Taf. 4; 25c, 26c), ist auf seinem Querschnitt dreiseitig mit einer äußern, innern und hintern Seite, sowie einem vordern, äußern und innern Winkel.

Das untere Ende bildet den äußern Knöchel, malleolus externus (Taf. 4; 25d, 26d). Derselbe ist an seiner Innenseite überknorpelt und legt sich zum Theil als Schienbeinoberfläche, superficies tibialis (Taf. 4; 25e, 26e), an den Wadenbeineinschnitt des Schienbeins, während der andere Theil als Gelenkoberfläche für das Sprungbein, superficies glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 25f, 26f), an der Bildung der Gelenkgrube für das Sprungbein, fossa glenoidalis pro astragalo (Taf. 4; 23l, 24l), theilnimmt und so dieselbe nach außen begrenzt.

c. Die Kniescheibe.

Die Kniescheibe, patella (Taf. 4; 21, 22), ist ein platter, rundlicher Knochen, an dem man eine vordere und hintere Fläche, sowie einen obern und zwei seitliche Ränder, die nach unten unter einem stumpfen Winkel sich verbinden, unterscheidet. Die Kniescheibe liegt an der vordern Seite des Knies zwischen dem Oberschenkel und dem Schienbein und der Sehne des Streckmuskels des Schenkels.

Die vordere oder äußere Fläche, superficies externa (Taf. 4; 21b), ist schwach gewölbt, während die hintere oder innere Fläche, superficies articularis (Taf. 4; 22e), schwach concav ist und eine überknorpelte Gelenkfläche besitzt.

Der obere Rand, basis patellae (Taf. 4; 21a, 22a), ist breit, während der innere Rand, margo internus (Taf. 4; 21d, 22c), und der äußere Rand, margo externus (Taf. 4; 21e, 22d), in einem Bogen nach abwärts gehen und unter einem stumpfen Winkel sich verneigend die Spitze, apex (Taf. 4; 21c, 22b), bilden.

3. Knochen des Fußes.

Die Knochen des Fußes, ossa pedis (Taf. 4; 27, 28), bilden wie bei der Hand drei Abschnitte, die Fußwurzelknochen, die Mittelfußknochen und die Zehenknochen.

a. Fußwurzelknochen.

Die Fußwurzelknochen, ossa tarsi (Taf. 4; 27I bis VII, und 28a bis 28g), sind sieben an der Zahl, welche eine hintere Reihe, gebildet aus dem Sprungbein und dem Fersenbein, sowie in vordere Reihe, zusammengesetzt aus dem Kahnbein, ersten, zweiten und dritten Keilbein und dem Würfelbein, darstellen.

α. Fußwurzelknochen der ersten oder hintern Reihe.

1) Das Sprungbein, astragalus oder talus (Taf. 4; 27I, 28a), ist der oberste Knochen der Fußwurzelknochen, welcher mit dem Schien- und Wadenbein in Gelenkverbindung tritt und unmittelbar über dem Fersenbein liegt. Er ist annähernd würfelförmig, und unterscheidet man an ihm den Körper, corpus (Taf. 4; 27Ia), mit einer obern überknorpelten rollenartigen Fläche (Taf. 4; 28a), zwei platten überknorpelten Seitenflächen, welche mit den beiden Knöcheln articuliren, einer untern Gelenkgrube für das Fersenbein, cavitas articularis inferior pro calcaneo (Taf. 4; 27Id), einer hintern Fläche und einer vordern Fläche, ferner den Hals, collum (Taf. 4; 27Ib), welcher aus der vordern Fläche hervorgeht, und den Kopf, caput (Taf. 4; 27Ic), welcher auf den Hals aufsitzt, an seiner dem Kahnbein zugekehrten Seite die vordere Gelenkfläche, superficies articularis anterior (Taf. 4; 27Ie), hat und nach unten eine Rinne, die Sprungbeinrinne, sulcus tali, sinus tali (Taf. 4; 27If), zeigt, welche mit einer Vertiefung des Fersenbeins die Fußwurzelhöhle, sinus tarsi, bildet.

2) Das Fersenbein, calcaneus (Taf. 4; 27II, 28b), liegt unter dem Sprungbein; es ist der größte und stärkste der Fußwurzelknochen und besteht aus dem Körper, corpus (Taf. 4; 27IIg), aus welchem nach hinten der Fersenbeinhöcker, tuber calcanei (Taf. 4; 27IIh), hervorspringt, und aus dem vordern Fersenbeinfortsatze, processus anterior calcanei (Taf. 4; 27IIi), an dem die vordere Gelenkfläche, superficies articularis anterior (Taf. 4; 27IIk), sich befindet, welche mit dem Würfelbeine in Verbindung tritt. Aus dem vordern Fersenbeinfortsatze entspringt seitlich nach innen noch ein zweiter kleiner Fortsatz, die Stütze des Sprungbeins, sustentaculum tali (Taf. 4; 27IIl), neben welcher sich oben und unten eine flache Rinne befindet, die obere und untere Rinne der Sprungbeinstütze, sulcus sustentaculi tali superior und inferior.

β. Fußwurzelknochen der zweiten oder vordern Reihe.

3) Das Kahnbein, os naviculare oder scaphoideum (Taf. 4; 27III, 28c), liegt am innern großen Zehenrande des Fußes, unmittelbar vor dem Kopf des Sprungbeins, während sich nach vorn die drei Keilbeine und nach außen das Würfelbein anlegen. An der innern freien Seite befindet sich ein Höcker, der Kahnbeinhöcker, tuberositas ossis navicularis (Taf. 4; 27IIIm).

4) Das erste Keilbein, os cuneiforme primum (Taf. 4; 27IV, 28d), ist das innerste der drei Keilbeine und hilft so den innern Fußrand mit bilden. Es verbindet sich nach hinten mit dem Kahnbein, nach

vorn mit dem ersten Mittelfußknochen und nach außen mit dem zweiten Keilbein. Seine Gestalt entspricht seinem Namen, und liegt seine Schärfe nach oben, der Rücken dagegen nach unten.

5) Das zweite Keilbein, os cuneiforme secundum (Taf. 4; 27V, 28e), liegt zwischen dem ersten und dritten Keilbeine, und wird nach hinten von dem Kahnbeine, nach vorn von dem zweiten Mittelfußknochen begrenzt. Bei ihm ist das Verhältniß ein umgekehrtes, die Schärfe des Keils sieht nach unten, während die Basis nach oben den Fußrücken mitbilden hilft.

6) Das dritte Keilbein, os cuneiforme tertium (Taf. 4; 27VI, 28f) liegt nach außen von dem zweiten Keilbein und nach innen von dem Würfelbeine, während es nach hinten von dem Kahnbein und nach vorn von dem dritten Mittelfußknochen begrenzt wird. Bei ihm liegt gleichfalls die Schärfe des Keils nach unten, während die Basis nach oben liegt.

7) Das Würfelbein, os cuboideum (Taf. 4; 27VII, 28g), liegt am äußern oder Kleinzehenrande des Fußes, vor der vordern Gelenkfläche des Fersenbeines, während sich nach vorn der vierte und fünfte Mittelfußknochen und nach innen das Kahnbein und dritte Keilbein befinden. An seiner äußern und untern Seite hat das Würfelbein eine Rinne, die Würfelbeinrinne, sulcus ossis cuboidei (Taf. 4; 27VHn), sowie an der untern Fläche eine schiefe Erhabenheit, eminentia obliqua.

b. Mittelfußknochen.

Die Mittelfußknochen, ossa metatarsi (Taf. 4; 27o, 28h, 28i), sind längliche Knochen, an denen man ein hinteres Ende, den Körper, und ein vorderes Ende oder Köpfchen unterscheidet. Nach hinten treten dieselben mit den Fußwurzelknochen in Verbindung, während sie sich mit ihrem Köpfchen an das hintere Ende des ersten Gliedes der Zehenknochen anlegen.

Das hintere Ende, basis ossium metatarsi (Taf. 4; 27p), verbindet sich durch ein Gelenk mit dem Fußwurzelknochen, und zwar das des ersten Mittelfußknochens, des Mittelfußknochens der großen Zehe, mit dem ersten Keilbeine, das des zweiten mit dem zweiten Keilbeine, des dritten mit dem dritten Keilbeine, des vierten und fünften mit dem Würfelbeine. An der Basis des fünften Mittelfußknochens, des Mittelfußknochens der kleinen Zehe, befindet sich ein kleiner Höcker, der Mittelfußknochenhöcker der kleinen Zehe, tuberositas ossis metatarsi quinti (Taf. 4; 27r).

Der Körper oder das Mittelstück, corpus (Taf. 4; 27o), ist dreiseitig prismatisch mit einer obern etwas gewölbten Rückenfläche und zwei Seitenflächen, einer innern und äußern, sowie drei Kanten, einer untern schärfern, und zwei seitlichen stumpfern, einer innern und äußern.

Das vordere Ende oder Köpfchen, capitulum (Taf. 4; 27q), verbindet sich, wie schon erwähnt, mit dem hintern Ende des ersten Gliedes der Zehen, die Seiten sind etwas flach gedrückt und zeigen ein kleines Grübchen, sinus, sowie zwei kleine Höckerchen, tubercula.

c. Zehenknochen.

Die Zehenknochen, ossa digitorum pedis oder phalanges pedis (Taf. 4; 27t, u, v, w, x und 28k, l, m, n, o), werden aus drei Gliedern, phalanges, dargestellt, nur die erste, große Zehe, hat deren nur zwei. Von diesen ist das erste Glied, phalanx prima (Taf. 4; 27t, v und 28k, m), das größte, das letzte oder Nagelglied, phalanx unguicularis (Taf. 4; 27u, x und 28l, o), das kleinste. An jedem Glied bemerkt man ein mit einer concaven Gelenkfläche versehenes hinteres Ende, basis, und ein mit einer rollenförmigen Gelenkfläche versehenes vorderes Ende oder Köpfchen, capitulum, zwischen welchen sich der Körper, corpus, befindet. Nur das letzte Nagelglied jeder Zehe hat kein Köpfchen, sondern endigt in eine rauhe Wulst. Die Zehenglieder sind flach gedrückt, mit einer schwach gewölbten Rücken- oder Dorsal- und einer etwas concaven Sohlen- oder Plantarfläche, sowie einem innern oder Tibial- und einem äußern oder Fibularrande.

Die große oder erste Zehe, hallux (Taf. 4; 27t, u, und 28k, l), hat die stärksten Knochen und, wie schon erwähnt, nur zwei Glieder.

Die Knochen der zweiten bis fünften Zehe ordnen sich in drei Reihen, einer ersten oder hintersten Reihe, series prima oder posterior (Taf. 4; 27v, w, 28m), einer zweiten oder mittlern Reihe, series secunda oder media (Taf. 4; 27w, 28n), und einer dritten oder vordern Reihe, series tertia oder anterior (Taf. 4; 27x, 28o). Die Glieder der Zehen nehmen von der ersten bis zur fünften Zehe immer an Größe ab, ebenso an jeder Zehe die Glieder, von dem ersten bis zum dritten Gliede.

d. Sesambeine.

Die Sesambeine, ossa sesamoidea (Taf. 4; 27s), liegen an dem Gelenke zwischen dem Mittelfußknochen und ersten Gliede der großen Zehe in der Sehnenrolle und greifen in zwei an Köpfchen des Mittelfußknochens befindliche Rinnen ein. Es sind stets zwei Sesambeine, ein inneres und ein äußeres, os sesamoideum internum und externum, vorhanden. Ein drittes Sesambeinchen liegt am Gelenk zwischen dem ersten und zweiten Gliede der großen Zehe.

Tafel 5.

Diese Tafel zeigt uns die sämmtlichen Hülfsbänder des menschlichen Körpers, welche dazu dienen, in erster Linie die einzelnen Knochen des menschlichen Körpers untereinander zu verbinden, dann aber auch die Beweglichkeit der Gelenke einzuschränken.

Figur 1. Bänder des obern Theils der Wirbelsäule und der hintern Enden der obern Rippen von vorn gesehen.

a. Corpus ossis sphenoidei, Körper des Keilbeins.
b. Os temporum, Schläfenbein (durchsägt).
c. Atlas, Träger.
d. Processus transversus atlantis, Querfortsatz des Trägers.
e. Epistropheus, Umdreher.
f. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
g. Vertebra thoracis prima, erster Brustwirbel.
h. Costa prima, erste Rippe (hinteres Ende).
1. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längenband.
2. Ligamentum obturatorium oder latum atlantis anterius, vorderes oder breites Ausfüllungsband des Trägers.
3. Ligamenta intervertebralia et cartilagines intervertebrales, Zwischenwirbelbänder und Zwischenwirbelknorpel.
4. Ligamenta intertransversalia, Zwischenquerfortsatzbänder.
5. Ligamenta capsularia capitulorum costarum, Kapselbänder der Rippenköpfchen.

6. Ligamenta colli costae interna, innere Bänder des Rippenhalſes.
7. Ligamenta colli costae externa, äußere Bänder des Rippenhalſes.

Figur 2. Bänder des untern Theils der Wirbelſäule, der hintern Enden der untern Rippen und des Beckens von vorn geſehen.

a. Vertebra thoracis decima, zehnter Bruſtwirbel.
b. Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Bruſtwirbel.
c. Costa decima, zehnte Rippe (hinteres Ende).
d. Costa duodecima, zwölfte Rippe (hinteres Ende).
e. Vertebra lumborum prima, erſter Lendenwirbel.
f. Vertebra lumborum quinta, fünfter Lendenwirbel.
g. Os sacrum, Kreuzbein.
h. Os coccygis, Steißbein.
i. Os ilei, Darmbein.
k. Crista ossis ilei, Kamm des Darmbeins.
l. Spina anterior superior ossis ilei, vorderer oberer Darmbeinſtachel.
m. Spina anterior inferior ossis ilei, vorderer unterer Darmbeinſtachel.
n. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Aſt des Schambeins.
o. Ramus descendens ossis pubis, abſteigender Aſt des Schambeins.
p. Symphysis ossis pubis, Schambeinfuge.
q. Ramus ascendens ossis ischii, aufſteigender Aſt des Sitzbeins.
r. Tuber ischii, Sitzknorren.
s. Ramus descendens ossis ischii, abſteigender Aſt des Sitzbeins.
t. Os femoris, Oberſchenkelknochen.
1. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längenband.
2. Ligamenta intervertebralia et cartilagines intervertebrales, Zwiſchenwirbelbänder und Zwiſchenwirbelknorpel.
3. Ligamenta intertransversalia, Zwiſchenquerfortſatzbänder.
4. Ligamenta capsularia capitulorum costarum, Kapſelbänder der Rippenköpfchen.
5. Ligamenta intercostalia posteriora, hintere Zwiſchenrippenbänder.
6. Ligamentum lumbo-costale, Lenden-Rippenband.
7. Ligamentum ileo-lumbale superius, oberes Hüftbein-Lendenband.
8. Ligamentum ileo-lumbale inferius, unteres Hüftbein-Lendenband.
9. Ligamenta sacro-iliaca, Kreuzbein-Hüftbeinbänder.
10. Ligamentum spinoso-sacrum, Stachel-Kreuzbeinband.
11. Ligamenta sacro-coccygea lateralia, ſeitliche Kreuz-Steißbeinbänder.
12. Ligamentum foraminis obturatori, Band des Hüftloches.
13. Ligamentum capsulare femoris, Kapſelband des Oberſchenkels, Hüftgelenkskapſelband.
14. Ligamentum arcuatum ossium pubis, bogenförmiges Band der Schambeinknochen.

Figur 3. Bänder der Halswirbelkörper, der obern Rückenwirbel und der hintern Enden der obern Rippen von hinten geſehen.

a. Os occipitis, Hinterhauptsbein (durchſägt).
b. Processus mastoideus ossis temporum, Warzenfortſatz des Schläfenbeins.
c. Fossa pro medulla oblongata, Rinne für das verlängerte Rückenmark.
d. Atlas, Träger.
e. Processus transversus atlantis, Querfortſatz des Trägers.
f. Epistropheus, Umdreher.
g. Vertebra colli septima, ſiebenter Halswirbel.
h. Vertebra thoracis prima, erſter Bruſtwirbel.
i. Vertebra thoracis quarta, vierter Bruſtwirbel.
k. Costa prima, erſte Rippe.
l. Costa quarta, vierte Rippe.
1. Ligamentum longitudinale posticum, hinteres Längenband (Anfangsſtück).
2. Apparatus ligamentosus capitis et vertebrarum colli, Bandmaſſe des Kopfes und der Halswirbel.
3. Ligamenta accessoria capitis und ligamentum capsulare capitis cum atlante, Hülfsbänder des Kopfes und Kapſelband des Kopfes mit Atlas.
4. Ligamenta apicum, Spitzenbänder.
5. Ligamentum transversale externum, äußeres Querband.
6. Ligamenta colli costae externa et interna, äußere oder innere Bänder des Rippenhalſes.

Figur 4. Bänder des untern Theils der Wirbelſäule, der hintern Enden der untern Rippen und des Beckens von hinten geſehen.

a. Vertebra thoracis decima, zehnter Rückenwirbel.
b. Vertebra thoracis duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
c. Vertebra lumborum prima, erſter Lendenwirbel.
d. Vertebra lumborum quinta, fünfter Rückenwirbel.
e. Costa decima, zehnte Rippe.
f. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
g. Os sacrum, Kreuzbein.
h. Hiatus canalis sacralis, Ausgang des Kreuzbeinkanals.
i. Os coccygis, Steißbein.
k. Os ilei, Hüftbein.
l. Os ischii, Sitzbein.
m. Os pubis, Schambein.
n. Os femoris, Oberſchenkelknochen.
1. Ligamenta apicum, Spitzenbänder.
2. Ligamenta intercostalia posteria, hintere Zwiſchenrippenbänder.
3. Ligamentum lumbo-costale, Lenden-Rippenband.
4. Ligamentum transversale externum, äußeres Querband.
5. Ligamenta intertransversalia, Zwiſchenquerfortſatzbänder.
6. Ligamentum ileo-lumbale superius, oberes Hüftbein-Lendenband.
7. Ligamentum ileo-lumbale inferius, unteres Hüftbein-Lendenband.
8. Ligamentum ileo-sacrum longum, langes Hüft-Kreuzbeinband.
9. Ligamentum ileo-sacrum breve, kurzes Hüft-Kreuzbeinband.
10. Ligamentum ileo-sacrum inferius, unteres Hüft-Kreuzbeinband.
11. Ligamenta lateralia oder vaga postica ossis sacri, ſeitliche Bänder des Kreuzbeins.
12. Ligamenta sacro-coccygea postica, hintere Kreuz-Steißbeinbänder.

13. Ligamentum tuberoso-sacrum, Knorren-Kreuzbeinband.
14. Ligamentum spinoso-sacrum, Stachel-Kreuzbeinband.
15. Ligamentum obturatorium, Hüftlochband.
16. Ligamentum arcuatum ossium pubis, bogenförmiges Band des Schambeinknochens.
17. Ligamentum capsulare femoris, Kapselband des Oberschenkelkopfes.

Die Bänder des Körpers.

Sämmtliche Bänder des Körpers lassen sich in vier Regionen unterbringen, und erhalten wir danach: Bänder am Kopfe, Bänder am Rumpfe, Bänder an der obern Extremität und Bänder an der untern Extremität.

Figur 5. **Aeußere Bänder des rechten Unterkiefergelenks.**

a. Os temporum, Schläfenbein.
b. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
c. Arcus zygomaticus, Jochbein.
d. Ramus maxillae inferioris, Ast des Unterkiefers.
e. Processus condyloideus, Gelenkfortsatz.
f. Processus coronoideus, Kronenfortsatz.
g. Angulus maxillae inferioris, Unterkieferwinkel.
h. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
1. Ligamentum capsulare maxillae inferioris, Kapselband des Unterkiefers.
2. Ligamentum laterale externum maxillae inferioris, äußeres seitliches Band des Unterkiefers.
3. Ligamentum stylo-maxillare, Griffelfortsatz-Unterkieferband.
4. Ligamentum stylo-hyoideum, Griffelfortsatz-Zungenbeinband.

Figur 6. **Innere Bänder des rechten Unterkiefergelenks.**

a. Os temporum, Schläfenbein.
b. Os sphenoideum, Keilbein.
c. Processus pterygoideus ossis sphenoidei, Flügelfortsatz des Keilbeins.
d. Ramus maxillae inferioris, Ast des Unterkiefers.
e. Condylus maxillae inferioris, Gelenkfortsatz des Unterkiefers.
f. Angulus maxillae inferioris, Winkel des Unterkiefers.
1. Ligamentum capsulare maxillae inferioris, Kapselband des Unterkiefers.
2. Ligamentum laterale internum maxillae inferioris, inneres seitliches Band des Unterkiefers.

Figur 7. **Die innern Bänder des Kopfgelenks, durch Eröffnung der Wirbelsäule von hinten sichtbar gemacht; obere Lage.**

a. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
b. Atlas, Träger.
c. Epistropheus, Umdreher.
d. Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
1. Ligamentum longitudinale posticum, hinteres Längenband.
2. Apparatus ligamentosus capitis et vertebrarum colli, Bandmasse des Kopfes und der Halswirbel.
3. Ligamentum cruciatum, Kreuzband.
4. Ligamentum transversum atlantis, Querband des Atlas.
5. Appendix superior ligamenti cruciati, oberer Anhang des Kreuzbandes.
6. Appendix inferior ligamenti cruciati, unterer Anhang des Kreuzbandes.
7. Ligamentum laterale inferius dentis epistrophei, unteres seitliches Band des Zahnes des Umdrehers.
8. Ligamentum laterale superius dentis epistrophei, oder ligamenta alaria Maucharti, oberes seitliches Band des Zahnes des Umdrehers.
9. Ligamentum capsulare capitis cum atlante, Kapselband des Kopfes mit dem Träger.
10. Ligamentum capitis laterale, seitliches Kopfband.

Figur 8. **Die innern Bänder des Kopfgelenks, durch Eröffnung der Wirbelsäule von hinten sichtbar gemacht; untere Lage.**

a. Os occipitis, Hinterhauptsbein.
b. Atlas, Träger.
c. Epistropheus, Umdreher.
d. Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
1. Ligamentum laterale inferius dentis epistrophei, unteres seitliches Band des Zahnfortsatzes des Umdrehers.
2. Ligamentum laterale superius dentis epistrophei, oberes seitliches Band des Zahnfortsatzes des Unterkiefers.
3. Ligamentum capsulare capitis cum atlante, Kapselband des Kopfes mit dem Träger.
4. Ligamentum capsulare atlantis et epistrophei, Kapselband des Trägers und Umdrehers.
5. Ligamentum suspensorium dentis epistrophei, Aufhängeband des Zahnfortsatzes des Umdrehers.

Figur 9. **Vordere Bänder des Brustbeins.**

a. Pars sternalis claviculae, Brustbeintheil des Schlüsselbeins.
b. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
c. Corpus sterni, Körper des Brustbeins.
d. Processus ensiformis sterni, Schwertfortsatz des Brustbeins.
e. Costa prima, erste Rippe.
f. Costa septima, siebente Rippe.
g. Costa octava oder costa prima spuria, achte oder erste falsche Rippe.
1. Ligamentum interclaviculare, Zwischenschlüsselbeinband.
2. Ligamentum capsulare internum claviculae, inneres Schlüsselbeinkapselband.
3. Ligamentum rhomboideum, rautenförmiges Band.
4. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwischenrippenbänder.
5. Membrana sterni propria anterior, vordere eigene Haut des Brustbeins.
6. Ligamenta sterno-costalia radiata externa, äußere Strahlenbänder des Brustbeins.
7. Ligamentum processus xiphoidei oder costo-xiphoideum externum, äußeres Schwertfortsatzband.

Figur 10. Hintere Bänder des Bruſtbeins.

a. Pars sternalis claviculae, Bruſtbeintheil des Schlüſſelbeins.
b. Manubrium sterni, Handgriff des Bruſtbeins.
c. Corpus sterni, Körper des Bruſtbeins.
d. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortſatz des Bruſtbeins.
e. Costa prima, erſte Rippe.
f. Costa septima, ſiebente Rippe.
g. Costa octava oder costa spuria prima, achte oder erſte falſche Rippe.
1. Ligamentum claviculare anterius, vorderes Schlüſſelbeinband.
2. Ligamentum capsulare claviculae internum, inneres Schlüſſelbeinkapſelband.
3. Ligamentum rhomboideum oder costo-claviculare, rautenförmiges Band.
4. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwiſchenrippenbänder.
5. Membrana sterni propria posterior, hintere eigene Haut des Bruſtbeins.
6. Ligamenta sterno-costalia radiata interna, innere Strahlenbänder des Bruſtbeins.
7. Ligamentum processus xiphoidei internum, inneres Band des Schwertfortſatzes.

Figur 11. Aeußere Bänder des Schultergelenks, von vorn geſehen.

a. Pars acromialis claviculae, Schulterhöhentheil des Schlüſſelbeins.
b. Acromion, Schulterhöhe.
c. Scapula, Schulterblatt.
d. Processus coracoideus, Rabenſchnabelfortſatz.
e. Os brachii, Oberarmknochen.
f. Caput ossis brachii, Kopf des Oberarmknochens.
g. Tuberculum majus, größerer Höcker.
1. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüſſelbein-Schulterhöhenband.
2. Ligamentum trapezoideum, tiſchförmiges Band.
3. Ligamentum conoideum, kegelförmiges Band.
4. Ligamentum coraco-acromiale oder scapulae proprium anticum, Rabenſchnabelfortſatz-Schulterhöhenband.
5. Ligamentum transversum oder scapulae proprium posticum, Querband oder hinteres eigenes Band des Schulterblattes.
6. Ligamentum capsulare humeri, Kapſelband des Oberarmknochens.

Figur 12. Innere Bänder des Schultergelenks, von vorn geſehen.

a. Pars acromialis claviculae, Schulterhöhentheil des Schlüſſelbeins.
b. Acromion, Schulterhöhe.
c. Scapula, Schulterblatt.
d. Processus coracoideus, Rabenſchnabelfortſatz.
e. Cavitas glenoidalis scapulae, Gelenkgrube des Schulterblattes.
f. Spina scapulae, Schultergräte.
1. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüſſelbein-Schulterhöhenband.
2. Ligamentum trapezoideum, tiſchförmiges Band.
3. Ligamentum conoideum, kegelförmiges Band.
4. Ligamentum coraco-acromiale oder scapulae proprium anticum, Rabenſchnabelfortſatz-Schulterhöhenband oder vorderes eigenes Band des Schulterblattes.
5. Tendo bicipitis, Sehne des doppelköpfigen Muskels.
6. Ligamentum glenoideum, Gelenkgrubenband.

Figur 13. Bänder des linken Ellbogengelenks, von der Volarfläche aus geſehen.

a. Os brachii, Oberarmknochen.
b. Condylus externus ossis brachii, äußerer Gelenkfortſatz des Oberarmknochens.
c. Condylus internus ossis brachii, innerer Gelenkfortſatz des Oberarmknochens.
d. Trochlea processus cubitalis, Rolle des Ellbogenfortſatzes.
e. Radius, Speiche.
f. Collum radii, Hals der Speiche.
g. Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
h. Tuberositas radii, Höckerchen der Speiche.
i. Ulna, Ellbogenbein.
1. Ligamentum capsulare cubiti, Kapſelband des Ellbogens.
2. Ligamentum laterale cubiti externum, äußeres Seitenband des Ellbogens.
3. Ligamentum laterale cubiti internum, inneres Seitenband des Ellbogens.
4. Ligamentum annulare radii, Ringband der Speiche.
5. Ligamentum teres, rundes Band.
6. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwiſchenknochenband des Vorderarms.

Figur 14. Bänder des linken Ellbogengelenks, von der Rücken-(Dorſal-)fläche aus geſehen.

a. Os brachii, Oberarmknochen.
b. Condylus externus ossis brachii, äußerer Gelenkfortſatz des Oberarmknochens.
c. Condylus internus ossis brachii, innerer Gelenkfortſatz des Oberarmknochens.
d. Radius, Speiche.
e. Collum radii, Hals der Speiche.
f. Capitulum radii, Köpfchen der Speiche.
g. Tuberositas radii, Höckerchen der Speiche.
h. Ulna, Ellbogenbein.
i. Olecranon, Ellbogenknorren.
1. Ligamentum capsulare cubiti, Kapſelband des Ellbogens.
2. Ligamentum laterale cubiti externum, äußeres Seitenband des Ellbogens.
3. Ligamentum annulare radii, Ringband der Speiche.
4. Ligamentum teres, rundes Band.
5. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwiſchenknochenband des Vorderarms.

Figur 15. Bänder der linken Hand von der Hohlhand- oder Volarfläche aus geſehen.

a. Radius, Speiche.
b. Ulna, Ellbogenbein.
c. Processus styloideus radii, Griffelfortſatz der Speiche.
d. Processus styloideus ulnae, Griffelfortſatz des Ellbogenbeins.
e. Carpus, Handwurzel.
f. Metacarpus, Mittelhand.

g. Phalanges digitorum, Fingerglieder.
1. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.
2. Ligamenta carpi, Bänder der Handwurzel.
3. Ligamenta ossium carpi et metacarpi volaria, Hohlhandbänder der Handwurzel- und der Mittelhandknochen.
4. Ligamenta baseos ossium metacarpi volaria, Hohlhandbänder der Basis der Mittelhandknochen.
5. Ligamenta capitulorum ossium metacarpi, Bänder der Köpfchen der Mittelhandknochen.
6. Ligamenta lateralia digitorum externa, äußere seitliche Bänder der Fingerglieder.
7. Ligamenta lateralia digitorum interna, innere seitliche Bänder der Fingerglieder.

Figur 16. Bänder der linken Hand, von der Rücken- oder Dorsalfläche aus gesehen.

a. Radius, Speiche.
b. Ulna, Elnbogenbein.
c. Processus styloideus radii, Griffelfortsatz der Speiche.
d. Processus styloideus ulnae, Griffelfortsatz des Elnbogenbeins.
e. Carpus, Handwurzel.
f. Metacarpus, Mittelhand.
g. Phalanges digitorum, Fingerglieder des Vorderarms.
1. Ligamentum interosseum antibrachii, Zwischenknochenband des Vorderarms.
2. Ligamenta carpi, Handwurzelbänder.
3. Ligamenta ossium carpi et metacarpi dorsalia, Rückenbänder der Handwurzel- und Mittelhandknochen.
4. Ligamenta baseos metacarpi dorsalia, Rückenbänder der Basis der Mittelhandknochen.
5. Ligamenta lateralia digitorum externa, äußere Seitenbänder der Fingerglieder.
6. Ligamenta lateralia digitorum interna, innere Seitenbänder der Fingerglieder.

Figur 17. Aeußere Bänder des linken Kniegelenks, von vorn und von der Innenseite gesehen.

a. Os femoris, Oberschenkelknochen.
b. Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
c. Patella, Kniescheibe.
d. Tibia, Schienbein.
e. Tuberositas tibiae, Höcker des Schienbeins.
f. Tendo communis extensoris cruris, gemeinsame Sehne des Beinstreckers.
1. Ligamentum patellae medium, mittleres Band der Kniescheibe.
2. Ligamentum patellae laterale internum, inneres seitliches Band der Kniescheibe.
3. Ligamentum laterale genu internum, inneres seitliches Band des Knies.
4. Ligamentum capsulare genu, Kapselband des Knies.

Figur 18. Innere Bänder des linken Kniegelenks, von vorn gesehen.

a. Os femoris, Oberschenkelknochen.
b. Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
c. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
d. Fossa articularis pro patella, Gelenkgrube für die Kniescheibe.
e. Tibia, Schienbein.
f. Condylus internus tibiae, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
g. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
h. Tuberositas tibiae, Höcker des Schienbeins.
i. Fibula, Wadenbein.
k. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
l. Eminentia intercondyloidea tibiae, Erhabenheit zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins.
1. Cartilago semilunaris externa, äußerer halbmondförmiger Knorpel.
2. Cartilago semilunaris interna, innerer halbmondförmiger Knorpel.
3. Ligamentum cruciatum genu anticum, vorderes Kreuzband des Kniegelenks.
4. Ligamentum cruciatum genu posticum, hinteres Kreuzband des Kniegelenks.
5. Ligamentum laterale genu internum, inneres Seitenband des Knies.
6. Ligamentum capsulare capituli fibulae, Kapselband des Wadenbeinköpfchens.
7. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.

Figur 19. Innere Bänder des linken Kniegelenks, von hinten gesehen.

a. Os femoris, Oberschenkelknochen.
b. Condylus internus femoris, innerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
c. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
d. Fossa intercondyloidea, Zwischengelenkfortsatzgrube.
e. Tibia, Schienbein.
f. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
g. Condylus internus tibiae, innerer Gelenkfortsatz des Schienbeins.
h. Fibula, Wadenbein.
i. Capitulum fibulae, Köpfchen des Wadenbeins.
1. Cartilago semilunaris externa, äußerer halbmondförmiger Knorpel.
2. Cartilago semilunaris interna, innerer halbmondförmiger Knorpel.
3. Ligamentum cruciatum genu anticum, vorderes Kreuzband des Kniegelenks.
4. Ligamentum cruciatum genu posticum, hinteres Kreuzband des Kniegelenks.
5. Ligamentum laterale genu internum, inneres Seitenband des Knies.
6. Ligamentum capsulare capituli fibulae, Kapselband des Wadenbeinköpfchens.
7. Ligamentum interosseum cruris, Zwischenknochenband des Unterschenkels.

Figur 20. Bänder der Sohlen- oder Volarfläche des Fußes.

a. Calcaneus, Fersenbein.
b. Astragalus, Sprungbein.
c. Tuber ossis navicularis, Höcker des Kahnbeins.
d. Os cuneiforme primum, erstes Keilbein.

e. Os cuboideum, Würfelbein.
f. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
g. Phalanges digitorum pedis, Zehenglieder.
1. Ligamenta tarsi plantaria, Sohlenbänder der Fußwurzel.
2. Ligamenta tarseo-metatarsea plantaria, Sohlenbänder der Fußwurzel mit dem Mittelfuße.
3. Ligamenta baseos metatarsi plantaria, Sohlenbänder der Basis des Mittelfußknochens.
4. Ligamenta capitulorum metatarsi, Bä… Köpfchen der Mittelfußknochen.
5. Sulcus cartilagineus pro tendin… Knorpelrinne für die Sehn… des Fuße…
6. Ligamenta digitorum … innere seitliche Bän…
7. Ligamenta digitor… äußere seitlich…
8. Ligamenta c… der Ze…
9. Ligam… b…

Figur …

…knorpel oder Band… ligamenta … sind dicke, feste, … zwei Wirbel… … die Gestalt … der Wirbelkörper und … am dicksten zwischen den … bestehen aus einem äußern breiten, … und einem von diesem umschlossenen … Längsband, ligamentum longi… … Längsband (Taf. 5; 1_1, 2_1), liegt an der vordern … der Wirbelsäule. Es beginnt an dem vor… … des Trägers und steigt, nach abwärts immer … und Wirbelkörper sowie Bandscheiben … und an denselben sich anheftend, bis zum … herab.

3) Das hintere Längsband, ligamentum longitudinale posterius (Taf. 5; 3_1), liegt an der hintern Fläche der Wirbelkörper und steigt bis in den Kreuzbeinkanal herab, wie das vorige an den Wirbelkörpern und an den Bandscheiben sich anheftend.

b. Bänder der Wirbelbogen.

Die Zwischenwirbelbogenbänder, ligamenta subflava, flava oder intercruralia, gehen vom untern Rande eines Wirbelbogens zu dem obern Rande des folgenden und füllen so durch starke, gelbe, elastische Bandmassen die Lücken zwischen den einzelnen Wirbelbogen aus.

c. Bänder der schiefen Fortsätze.

Die Kapselbänder, ligamenta capsularia, verbinden die schiefen Fortsätze untereinander.

d. Bänder der Stachelfortsätze.

Die Bänder der Stachelfortsätze zerfallen in die Zwischenstachelfortsatzbänder und die Spitzenbänder.

1) Die Zwischenstachelfortsatzbänder, ligamenta interspinalia, füllen die Räume zwischen den Stachelfortsätzen aus.

2) Die Spitzenbänder, ligamenta apicum (Taf. 5; 3_4, 4_1), gehen von der Spitze des einen Stachelfortsatzes zu der des nächsten.

e. Bänder der Querfortsätze.

Die Zwischenquerfortsatzbänder, ligamenta intertransversalia (Taf. 5; 1_4, 2_5, 4_5), sind schmale, schlaffe Bänder, die von einem Querfortsatz zum andern gehen und namentlich an dem Lendentheile der Wirbelsäule stark ausgebildet sind. An der Spitze der Querfortsätze sind sie etwas stärker und dienen verschiedenen Muskeln der Wirbelsäule zum Ansatz.

5. Ligamenta baseos … bänder der …
6. Ligamenta … an drei Punkten befestigt, und … äußer… das Köpfchen mit den Wirbel… … das Höckerchen mit den Querfort… … nach vorn mit dem Rippenknorpel in … steht, welche von der ersten bis zur sieb… … an das Brustbein sich ansetzen, während … knorpel der achten bis zehnten Rippe sich nur an… anderlegen und die der elften und zwölften ganz … endigen. Die Verbindung der Rippenköpfchen … den Wirbelkörpern bildet ein Charniergelenk, gin… mus, während zwischen dem Rippenhöckerchen und … Querfortsatz ein straffes Gelenk besteht. Nach den … Befestigungspunkten haben wir auch drei Arten … Bändern, und zwar Rippen-Wirbelkörperbänder, Rippen-Querfortsatzbänder und Bänder … vordern Ende der Rippen.

a. Rippen-Wirbelkörperbänder.

Das Rippen-Wirbelkörpergelenk, articulatio costo-vertebralis, besteht aus einem Kapselbande, ligamentum capsulare capituli costarum (Tafel 5; 1, …), welches sich an den Rand der Gelenkfläche des Rippenköpfchens und an den Umfang der zwischen zwei Wirbelkörpern befindlichen Gelenkgrube ansetzt, und bei den zehn obern Rippen in einem im Innern dieses Gelenks befindlichen Zwischengelenkbande, ligamentum interarticulare capituli costae, welches von der Leiste, crista, des Rippenköpfchens zum Zwischenwirbelknorpel geht und die Gelenkhöhle in zwei vollkommen getrennte Hälften theilt.

b. Rippen-Querfortsatzbänder.

Das Rippen-Querfortsatzgelenk, articulatio costo-transversalis, besteht aus dem äußern Querbande, dem innern und äußern Bande des Rippenhalses, den hintern Zwischenrippenbändern und dem Lenden-Rippenbande.

1) Das äußere oder hintere Querband der Rippe, ligamentum costo-transversale externum oder posterius (Taf. 5; 3_5, 4_5), ist kurz und platt und geht von dem stumpfen Ende des Querfortsatzes zu dem obern, hintern, rauhen Theile des Höckerchens der entsprechenden Rippe.

2) Das innere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae internum (Taf. 5; 1_4, 3_5), entspringt von dem obern Rande des Rippenhalses und steigt zum niedern Rande der Spitze des Querfortsatzes des nächst obern Wirbels in die Höhe.

3) Das äußere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae externum (Taf. 5; 1_7, 3_5), entspringt von der hintern Fläche des Rippenhalses und setzt sich an die Wurzel des Querfortsatzes oder an den äußern und hintern Rand des Gelenkfortsatzes des nächst höhern Wirbels.

4) Die hintern Zwischenrippenbänder, ligamenta intercostalia posteriora (Taf. 5; 2_5, 4_5), entspringen am hintern untern Rande, besonders der untern Rippen, nach außen von dem Rippenhöckerchen und setzen sich an den obern Rand der darauffolgenden Rippe.

5) Das Lenden-Rippenband, ligamentum lumbocostale (Taf. 5; 2_6, 4_5), entspringt vom untern Rande der letzten Rippe und setzt sich an die Querfortsätze des ersten und zweiten Lendenwirbels.

c. Bänder am vordern Ende der Rippe.

Die Bänder am vordern Ende der Rippen,

·ostalia (Taf. 5; 9, 10), sind drei,
·lbänder, die Strahlenbänder
·wischenknorpelbänder.

·nd, ligamentum capsulare, ver-
vel mit dem Bruſtbein; nur der
ippe verwächſt ganz mit dem
·ns.

·ıd, ligamentum sterno-costale
), wird von ſehnigen Streifen
·en der Knorpel der wahren
·rahlenband, ligamentum
·ostarum externum (Taf. 5; 9₆),
Strahlenband, ligamentum ra-
·inum costarum internum (Taf. 5; 10₆),
·n es über die äußere oder innere Fläche
Bruſtbeins weggeht, ſich hier mit dem der andern
e kreuzend, zu dem nächſt obern Rippenknorpel
andern Seite erſtreckt.

3) Die vordern Zwiſchenrippenbänder, liga-
·ia intercostalia anteriora oder coruscantia, gehen
einem Rippenknorpel derſelben Seite zum andern
füllen ſo die Zwiſchenräume zwiſchen denſelben

III. Bänder des Bruſtbeins.

Die urſprünglich in der Jugend nur durch Knorpel
einigten drei Stücke des Bruſtbeins verknöchern im
r zu einem Ganzen. An Bändern finden ſich die
gene Membran des Bruſtbeins und das
chwertfortſatzband.

1) Die eigene Membran des Bruſtbeins, membrana sterni propria (Taf. 5; 9₅, 10₃), überzieht die vordere und hintere Seite des Bruſtbeins, als vordere eigene Membran, membrana sterni propria anterior (Taf. 5; 9₅), und als hintere eigene Membran, membrana sterni propria posterior, die mit beiden Flächen mit den Strahlenbändern verwachſen.

2) Das Schwertfortſatzband, ligamentum processus xiphoidei oder costo-xiphoideum (Taf. 5; 9₇, 10₄), geht von der äußern Fläche des Schwertfortſatzes als äußeres Schwertfortſatzband, ligamentum costo-xiphoideum externum (Taf. 5; 9₇), zur vordern Fläche des Bruſtbeinkörpers und zum untern Rande des ſiebenten Rippenknorpels, und als inneres Schwertfortſatzband, ligamentum costo-xiphoideum internum (Taf. 5; 10₇), zur hintern Fläche des Bruſtbeinkörpers und zu denſelben Rippenknorpel.

IV. Bänder am Becken.

Die Bänder am Becken dienen entweder zur Verbindung der Beckenknochen untereinander oder mit den Lendenwirbeln und dem Kreuzbein, ſowie zur Vereinigung des Kreuzbeins mit dem Steißbeine. Danach erhalten wir folgende vier Gruppen von Bändern:

1. Bänder zur Verbindung der Beckenknochen untereinander.

Von den Beckenknochen unter ſich treten nur die Schambeine durch Bandmaſſen zuſammen, und zwar durch den Knorpel der Schambeinfuge und durch das bogenförmige Band.

1) Die Schambeinfuge, symphysis ossium pubis (Taf. 5; 2p), wird durch einen Faſerknorpel, der zwiſchen die beiden aneinanderſtoßenden Flächen der Schambeine eingeſchoben iſt, gebildet. Derſelbe hat ganz denſelben Bau, wie die Zwiſchenwirbelbänder. In ſeinem weichen, gallertartigen Kern befindet ſich eine kleine Höhle, während er außen von bindegewebigen Maſſen, dem Ringbande der Schambeine, ligamentum annulare ossium pubis, umgeben iſt.

2) Das bogenförmige Band, ligamentum arcuatum (Taf. 5; 2₁₄, 4₁₆), befindet ſich unter der Schambeinfuge und grenzt nach oben den Schambeinbogen ab. Es geht von dem abſteigenden Aſte des einen Schambeins zu dem des andern.

b. Bänder zwiſchen dem Hüftbein und den Lendenwirbeln.

Die Verbindung der Hüftbeine mit den Lendenwirbeln geſchieht auf beiden Seiten durch ein doppeltes ſtarkes Band, das obere und untere Hüft-Lendenband.

1) Das obere Hüft-Lendenband, ligamentum ileo-lumbale superius (Taf. 5; 2₇, 4₆), entſpringt von der innern Lippe des Kammes des Hüftbeins und ſetzt ſich an die Spitze des Querfortſatzes des fünften Lendenwirbels an.

2) Das untere Hüft-Lendenband, ligamentum ileo-lumbale inferius (Taf. 5; 2₈, 4₇), liegt dicht unter dem vorigen und mehr nach der Wirbelſäule zu. Es entſpringt von dem hintern Theile der innern Fläche des Hüftbeins und geht an den untern Rand des Querfortſatzes des fünften Lendenwirbels.

c. Bänder zur Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein.

Die Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein findet ſtatt durch die Hüft-Kreuzbeinfuge, die ſeitlichen Bänder des Kreuzbeins, das hintere lange und kurze, ſowie untere Hüft-Kreuzbeinband, ferner durch das Knorren-Kreuzbeinband und das Stachel-Kreuzbeinband.

1) Die Hüft-Kreuzbeinfuge, symphysis sacro-iliaca, wird gebildet durch die überknorpelten, ohrförmigen Verbindungsflächen des Darm- und Kreuzbeins.

2) Die ſeitlichen Bänder des Kreuzbeins, ligamenta lateralia oder vaga postica ossis sacri (Taf. 5; 4₁₁), entſpringen vom Hüftbeinhöcker und gehen zur hintern Fläche des Kreuzbeins.

3) Das lange Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum longum oder pelvis longum posticum (Taf. 5; 4₈), entſpringt vom hintern obern Hüftbeinſtachel und geht zum falſchen Querfortſatz des vierten Kreuzbeinwirbels.

4) Das kurze Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum breve oder pelvis breve posticum (Taf. 5; 2₉, 4₉), entſpringt vom hintern obern und untern Hüftbeinſtachel und geht zum falſchen Querfortſatz des dritten Kreuzbeinwirbels.

5) Das untere Hüftkreuzbeinband, ligamentum ileo-sacrum inferius (Taf. 5; 2₉, 4₁₀), entſpringt unmittelbar unter dem vorigen von dem hintern untern Hüftbeinſtachel und geht zum falſchen Querfortſatz des dritten Kreuzbeinwirbels. Es hilft nach hinten und oben den großen Hüftbeinausſchnitt begrenzen.

6) Das Knorren-Kreuzbeinband, ligamentum tuberoso-sacrum (Taf. 5; 4₁₂), entſpringt vom Sitzknorren und geht zum Rand des dritten bis fünften Kreuzbeinwirbels ſowie des oberſten Steißbeinwirbels.

7) Das Stachel-Kreuzbeinband, ligamentum spinoso-sacrum (Taf. 5; 2₁₀, 4₁₄), welches unmittel-

der Stellung der Gelenkfortsätze, auch noch von der Größe der Wirbelkörper, von der günstigen oder ungünstigen Stellung der übrigen Wirbelfortsätze und von den verschiedenen Bändern ab.

Bänder unterscheidet man fünf Arten an der Wirbelsäule, und zwar: Bänder der Wirbelkörper, Bänder der Wirbelbogen, Bänder der schiefen Fortsätze, Bänder der Stachelfortsätze und Bänder der Querfortsätze.

a. Bänder der Wirbelkörper.

Die Bänder der Wirbelkörper bestehen aus den Zwischenwirbelknorpeln, dem vordern und dem hintern Längsbande.

1) Die Zwischenwirbelknorpel oder Bandscheiben, cartilagines intervertebrales oder ligamenta intervertebralia (Taf. 5; 1_2, 2_2), sind dicke, feste, knorpelartige Scheiben, welche zwischen je zwei Wirbelkörpern liegen. Sie haben im Umfang die Gestalt der einander zugekehrten Flächen der Wirbelkörper und sind von verschiedener Höhe, am dicksten zwischen den Lendenwirbeln. Sie bestehen aus einem äußern breiten, elastischen Faserring und einem von diesem umschlossenen weichen, gallertartigen Kern.

2) Das vordere Längsband, ligamentum longitudinale anterius (Taf. 5; 1_1, 2_1), liegt an der vordern äußern Seite der Wirbelsäule. Es beginnt an dem vordern Höcker des Trägers und steigt, nach abwärts immer breiter werdend und Wirbelkörper sowie Bandscheiben überziehend und an denselben sich anheftend, bis zum Kreuzbein herab.

3) Das hintere Längsband, ligamentum longitudinale posterius (Taf. 5; 3_1), liegt an der hintern Fläche der Wirbelkörper und steigt bis in den Kreuzbeinkanal herab, wie das vorige an den Wirbelkörpern und an den Bandscheiben sich anheftend.

b. Bänder der Wirbelbogen.

Die Zwischenwirbelbogenbänder, ligamenta subflava, flava oder intercruralia, gehen vom untern Rande eines Wirbelbogens zu dem obern Rande des folgenden und füllen so durch starke, gelbe, elastische Bandmassen die Lücken zwischen den einzelnen Wirbelbogen aus.

c. Bänder der schiefen Fortsätze.

Die Kapselbänder, ligamenta capsularia, verbinden die schiefen Fortsätze untereinander.

d. Bänder der Stachelfortsätze.

Die Bänder der Stachelfortsätze zerfallen in die Zwischenstachelfortsatzbänder und die Spitzenbänder.

1) Die Zwischenstachelfortsatzbänder, ligamenta interspinalia, füllen die Räume zwischen den Stachelfortsätzen aus.

2) Die Spitzenbänder, ligamenta apicum (Taf. 5; 3_4, 4_1), gehen von der Spitze des einen Stachelfortsatzes zu der des nächsten.

e. Bänder der Querfortsätze.

Die Zwischenquerfortsatzbänder, ligamenta intertransversalia (Taf. 5; 1_4, 2_3, 4_3), sind schmale, schlaffe Bänder, die von einem Querfortsatz zum andern gehen und namentlich an dem Lendentheile der Wirbelsäule stark ausgebildet sind. An der Spitze der Querfortsätze sind sie etwas stärker und dienen verschiedenen Muskeln der Wirbelsäule zum Ansatz.

II. Verbindungen der Rippen.

Jede Rippe ist an drei Punkten befestigt, und zwar nach hinten durch das Köpfchen mit den Wirbelkörpern und durch das Höckerchen mit den Querfortsätzen, während sie nach vorn mit dem Rippenknorpel in Verbindung steht, welche von der ersten bis zur siebenten Rippe an das Brustbein sich ansetzen, während die Knorpel der achten bis zehnten Rippe sich nur aneinanderlegen und die der elften und zwölften ganz frei endigen. Die Verbindung der Rippenköpfchen mit den Wirbelkörpern bildet ein Charniergelenk, ginglymus, während zwischen dem Rippenhöckerchen und dem Querfortsatz ein straffes Gelenk besteht. Nach den drei Befestigungspunkten haben wir auch drei Arten von Bändern, und zwar Rippen-Wirbelkörperbänder, Rippen-Querfortsatzbänder und Bänder am vordern Ende der Rippen.

a. Rippen-Wirbelkörperbänder.

Das Rippen-Wirbelkörpergelenk, articulatio costo-vertebralis, besteht aus einem Kapselbande, ligamentum capsulare capituli costarum (Taf. 5; 1_3, 2_4), welches sich an den Rand der Gelenkfläche des Rippenköpfchens und an den Umfang der zwischen zwei Wirbelkörpern befindlichen Gelenkgrube ansetzt, und bei den zehn obern Rippen in einem im Innern dieses Gelenks befindlichen Zwischengelenkbande, ligamentum interarticulare capituli costae, welches von der Leiste, crista, des Rippenköpfchens zum Zwischenwirbelknorpel geht und die Gelenkhöhle in zwei vollkommen getrennte Hälften theilt.

b. Rippen-Querfortsatzbänder.

Das Rippen-Querfortsatzgelenk, articulatio costo-transversalis, besteht aus dem äußern Querbande, dem innern und äußern Bande des Rippenhalses, den hintern Zwischenrippenbändern und dem Lenden-Rippenbande.

1) Das äußere oder hintere Querband der Rippe, ligamentum costo-transversale externum oder posterius (Taf. 5; 3_3, 4_3), ist kurz und platt und geht von dem stumpfen Ende des Querfortsatzes zu dem obern, hintern, rauhen Theile des Höckerchens der entsprechenden Rippe.

2) Das innere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae internum (Taf. 5; 1_5, 3_5), entspringt von dem obern Rande des Rippenhalses und steigt zum niedern Rande der Spitze des Querfortsatzes des nächst obern Wirbels in die Höhe.

3) Das äußere Band des Rippenhalses, ligamentum colli costae externum (Taf. 5; 1_7, 3_7), entspringt von der hintern Fläche des Rippenhalses und setzt sich an die Wurzel des Querfortsatzes oder an den äußern und hintern Rand des Gelenkfortsatzes des nächst höhern Wirbels.

4) Die hintern Zwischenrippenbänder, ligamenta intercostalia posteriora (Taf. 5; 2_3, 4_2), entspringen am hintern untern Rande, besonders der untern Rippen, nach außen von dem Rippenhöckerchen und setzen sich an den obern Rand der darauffolgenden Rippe.

5) Das Lenden-Rippenband, ligamentum lumbocostale (Taf. 5; 2_6, 4_2), entspringt vom untern Rande der letzten Rippe und setzt sich an die Querfortsätze des ersten und zweiten Lendenwirbels.

c. Bänder am vordern Ende der Rippe.

Die Bänder am vordern Ende der Rippen.

ligamenta sterno-costalia (Taf. 5; 9, 10), sind drei, nämlich die **Kapselbänder**, die **Strahlenbänder** und die **vordern Zwischenknorpelbänder**.

1) Das **Kapselband**, ligamentum capsulare, verbindet die Rippenknorpel mit dem Brustbein; nur der Knorpel der ersten Rippe verwächst ganz mit dem Handgriffe des Brustbeins.

2) Das **Strahlenband**, ligamentum sterno-costale radiatum (Taf. 5; 9_6, 10_6), wird von sehnigen Streifen gebildet, die von den Enden der Knorpel der wahren Rippen als **äußeres Strahlenband**, ligamentum radiatum cartilaginum costarum externum (Taf. 5; 9_6), und als **inneres Strahlenband**, ligamentum radiatum cartilaginum costarum internum (Taf. 5; 10_6), nachdem es über die äußere oder innere Fläche des Brustbeins weggeht, sich hier mit dem der andern Seite kreuzend, zu dem nächst obern Rippenknorpel der andern Seite erstreckt.

3) Die **vordern Zwischenrippenbänder**, ligamenta intercostalia anteriora oder coruscantia, gehen von einem Rippenknorpel derselben Seite zum andern und füllen so die Zwischenräume zwischen denselben aus.

III. Bänder des Brustbeins.

Die ursprünglich in der Jugend nur durch Knorpel vereinigten drei Stücke des Brustbeins verknöchern im Alter zu einem Ganzen. An Bändern finden sich die eigene **Membran des Brustbeins** und das **Schwertfortsatzband**.

1) Die **eigene Membran des Brustbeins**, membrana sterni propria (Taf. 5; 9_5, 10_5), überzieht die vordere und hintere Seite des Brustbeins, als vordere eigene Membran, membrana sterni propria anterior (Taf. 5; 9_5), und als **hintere eigene Membran**, membrana sterni propria posterior, die mit beiden Flächen mit den Strahlenbändern verwachsen.

2) Das **Schwertfortsatzband**, ligamentum processus xiphoidei oder costo-xiphoideum (Taf. 5; 9_7, 10_7), geht von der äußern Fläche des Schwertfortsatzes als äußeres **Schwertfortsatzband**, ligamentum costo-xiphoideum externum (Taf. 5; 9_7), zur vordern Fläche des Brustbeinkörpers und zum untern Rande des siebenten Rippenknorpels, und als **inneres Schwertfortsatzband**, ligamentum costo-xiphoideum internum (Taf. 5; 10_7), zur hintern Fläche des Brustbeinkörpers und zu demselben Rippenknorpel.

IV. Bänder am Becken.

Die Bänder am Becken dienen entweder zur Verbindung der Beckenknochen untereinander oder mit den Lendenwirbeln und dem Kreuzbein, sowie zur Vereinigung des Kreuzbeins mit dem Steißbeine. Danach erhalten wir folgende vier Gruppen von Bändern:

a. Bänder zur Verbindung der Beckenknochen untereinander.

Von den Beckenknochen unter sich treten nur die Schambeine durch Bandmassen zusammen, und zwar durch den **Knorpel der Schambeinfuge** und durch das **bogenförmige Band**.

1) Die **Schambeinfuge**, symphysis ossium pubis (Taf. 5; 2p), wird durch einen Faserknorpel, der zwischen die beiden aneinanderstoßenden Flächen der Schambeine eingeschoben ist, gebildet. Derselbe hat ganz denselben Bau, wie die Zwischenwirbelbänder. In seinem weichen, gallertartigen Kern befindet sich eine kleine Höhle, während er außen von bindegewebigen Massen, dem **Ringbande der Schambeine**, ligamentum annulare ossium pubis, umgeben ist.

2) Das **bogenförmige Band**, ligamentum arcuatum (Taf. 5; 2_{14}, 4_{16}), befindet sich unter der Schambeinfuge und grenzt nach oben den Schambeinbogen ab. Es geht von dem absteigenden Aste des einen Schambeins zu dem des andern.

b. Bänder zwischen dem Hüftbein und den Lendenwirbeln.

Die Verbindung der Hüftbeine mit den Lendenwirbeln geschieht auf beiden Seiten durch ein doppeltes starkes Band, das **obere** und **untere Hüft-Lendenband**.

1) Das **obere Hüft-Lendenband**, ligamentum ileo-lumbale superius (Taf. 5; 2_7, 4_8), entspringt von der innern Lippe des Kammes des Hüftbeins und setzt sich an die Spitze des Querfortsatzes des fünften Lendenwirbels an.

2) Das **untere Hüft-Lendenband**, ligamentum ileo-lumbale inferius (Taf. 5; 2_8, 4_7), liegt dicht unter dem vorigen und mehr nach der Wirbelsäule zu. Es entspringt von dem hintern Theile der innern Fläche des Hüftbeins und geht an den untern Rand des Querfortsatzes des fünften Lendenwirbels.

c. Bänder zur Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein.

Die Verbindung der Beckenknochen mit dem Kreuzbein findet statt durch die **Hüft-Kreuzbeinfuge**, die **seitlichen Bänder des Kreuzbeins**, das **hintere lange und kurze**, sowie **untere Hüft-Kreuzbeinband**, ferner durch das **Knorren-Kreuzbeinband** und das **Stachel-Kreuzbeinband**.

1) Die **Hüft-Kreuzbeinfuge**, symphysis sacro-iliaca, wird gebildet durch die überknorpelten, ohrförmigen Verbindungsflächen des Darm- und Kreuzbeins.

2) Die **seitlichen Bänder des Kreuzbeins**, ligamenta lateralia oder vaga postica ossis sacri (Taf. 5; 4_{11}), entspringen vom Hüftbeinhöcker und gehen zur hintern Fläche des Kreuzbeins.

3) Das **lange Hüftkreuzbeinband**, ligamentum ileo-sacrum longum oder pelvis longum posticum (Taf. 5; 4_9), entspringt vom hintern obern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des vierten Kreuzbeinwirbels.

4) Das **kurze Hüftkreuzbeinband**, ligamentum ileo-sacrum breve oder pelvis breve posticum (Taf. 5; 2_9, 4_9), entspringt vom hintern obern und untern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des dritten Kreuzbeinwirbels.

5) Das **untere Hüftkreuzbeinband**, ligamentum ileo-sacrum inferius (Taf. 5; 2_9, 4_{10}), entspringt unmittelbar unter dem vorigen von dem hintern untern Hüftbeinstachel und geht zum falschen Querfortsatz des dritten Kreuzbeinwirbels. Es hilft nach hinten und oben den großen Hüftbeinausschnitt begrenzen.

6) Das **Knorren-Kreuzbeinband**, ligamentum tuberoso-sacrum (Taf. 5; 4_{13}), entspringt vom Sitzknorren und geht zum Rand des dritten bis fünften Kreuzbeinwirbels sowie des obersten Steißbeinwirbels.

7) Das **Stachel-Kreuzbeinband**, ligamentum spinoso-sacrum (Taf. 5; 2_{10}, 4_{14}), welches unmittel-

bar vor dem vorhergehenden liegt und sich mit demselben kreuzt, entspringt vom Sitzbeinstachel und geht zum untern seitlichen Rand des Kreuzbeins.

d. Bänder zwischen Kreuz- und Steißbein.

Das Steißbein ist mit dem Kreuzbein durch die hintern langen und kurzen Steiß-Kreuzbeinbänder und durch die seitlichen Steiß-Kreuzbeinbänder verbunden.

1) Die hintern langen Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea postica longa (Taf. 5; 4_{12}), entspringen vom obern Rande des Ausganges des Kreuzbeinkanals, welchen sie verschließen, und gehen zur hintern Fläche des Steißbeins.

2) Die hintern kurzen Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea postica brevia, liegen unter den vorigen und gehen von dem Kreuzbein zu den Steißbeinhörnern. Sie verknöchern oft und bilden dann eine feste Verbindung zwischen Kreuz- und Steißbein.

3) Die seitlichen oder vordern Steiß-Kreuzbeinbänder, ligamenta sacro-coccygea lateralia oder antica (Taf. 5; 2_{11}), entspringen vom untern Theile des Seitenrandes des Kreuzbeins und gehen zum obern Theile des Seitenrandes des Steißbeins.

e. Der Hüftlochverschluß.

Das Hüftloch wird durch eine starke Bindegewebshaut, das Verschließungsband, ligamentum obturatorium (Taf. 5; 2_{12}, 4_{10}), bedeckt. Dasselbe schließt das Hüftloch bis auf eine kleine Oeffnung am obern äußern Rande zum Durchtritt von Nerven und Gefäßen.

C. Bänder an den Extremitäten.

I. Bänder an der obern Extremität.

Die Bänder der obern Extremität dienen entweder zur Befestigung der Schulterknochen oder zur Verbindung des Oberarms mit dem Schulterblatte, ferner zur Verbindung des Ober- und Vorderarms, des Vorderarms mit der Hand, der Mittelhandknochen und der Fingerknochen.

1. Bänder der Schulter.

Wir haben hier drei Gruppen von Bändern, und zwar: Bänder am Brustende des Schlüsselbeins, Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, und eigene Bänder des Schulterblattes.

a. Bänder am Brustende des Schlüsselbeins.

Die Bänder am Brustende des Schlüsselbeins, ligamenta sterno-clavicularia (Taf. 5; 9_{10}), werden gebildet durch das innere Kapselband, das Zwischenschlüsselbeinband und das rautenförmige Band.

1) Das innere Kapselband, ligamentum capsulare internum claviculae (Taf. 5; 9_2, 10_2), entspringt von dem Brustbeinende des Schlüsselbeins und geht zum Rande des Schlüsselbeineinschnitts am Handgriff des Brustbeins und zum Knorpel der ersten Rippe. Durch einen Gelenkknorpel wird die Kapsel in zwei Gelenkhöhlen getheilt.

2) Das Zwischenschlüsselbeinband, ligamentum interclaviculare (Taf. 5; 9_1), geht von dem Brustbeinende des einen Schlüsselbeins zu dem des andern und füllt so den obern concaven Rand des Brustbeinhandgriffs, die Drosselgrube, aus.

3) Das rautenförmige Band, ligamentum rhomboideum oder costo-claviculare (Taf. 5; 9_2, 10_2), entspringt vom untern Rande des Brustendes des Schlüsselbeins und geht zum obern Rande des ersten Rippenknorpels.

b. Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt.

Die Bänder zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, ligamenta acromio-clavicularia, werden gebildet von dem äußern Kapselband, dem Schlüssel-Schulterhöhenbande und dem Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband.

1) Das äußere Kapselband, ligamentum capsulare externum claviculae (Taf. 5; 11_1, 12_1), entspringt vom Rande der Gelenkfläche der Schulterhöhe und geht zum Rande der entsprechenden Gelenkfläche des Schlüsselbeins.

2) Das Schlüsselbein-Schulterhöhenband, ligamentum claviculo-acromiale (Taf. 5; 11_1, 12_1), ist eine Verstärkung des vorigen Bandes, die von der obern Fläche der Schulterhöhe zur obern Fläche des Schulterhöhenrandes des Schlüsselbeins geht.

3) Das Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband, ligamentum coraco-claviculare (Taf. 5; 11_2, 12_2 u. $_3$), entspringt von der obern Fläche der Wurzel des Rabenschnabelfortsatzes und geht zu dem Höckerchen am Schulterhöhenende des Schlüsselbeins. Es zerfällt in zwei Theile, einen vordern, das tischförmige Band, ligamentum trapezoideum (Taf. 5; 11_2, 12_2), und einen hintern, das kegelförmige Band, ligamentum conoideum (Taf. 5; 11_3, 12_3).

c. Eigene Bänder des Schulterblattes.

Eigene Bänder des Schulterblattes gibt es zwei und zwar das Rabenschnabel-Schulterhöhenband und das Querband der Schulter.

1) Das Rabenschnabel-Schulterhöhenband oder das vordere eigene Schulterblattband, ligamentum coraco-acromiale oder scapulae proprium anticum (Taf. 5; 11_4, 12_4), geht vom äußern vordern Rand des Rabenschnabelfortsatzes zur vordern Ecke der Schulterhöhe.

2) Das Querband der Schulter, oder das hintere eigene Schulterband, ligamentum transversum oder scapulae proprium posticum (Taf. 5, 11, 1), geht von einem Rande des Schulterblatteinschnitts zum andern und bildet so ein Loch zum Durchgang von Nerven und Gefäßen.

2. Bänder zur Verbindung des Oberarms mit dem Schulterblatt.

Die Verbindung des Schulterblattes mit dem Oberarmknochen, articulatio humeri, wird durch ein freies Gelenk, arthrodia, hervorgebracht, weshalb an diesem Gelenke nur ein Kapselband, ligamentum capsulare humeri (Taf. 5; 11_6), ein schlaffer Sack, der die Bewegung der Knochen kaum hindert, besteht. Dasselbe heftet sich an den Rand der Gelenkgrube des Schulterblattes, sowie an den Hals des Oberarmknochens, und wird von der langen Sehne des zweiköpfigen Muskels, tendo capitis longi musculi bicipitis (Taf. 5; 12_5), durchbohrt. Um die Gelenkgrube des Schulterblattes befindet sich ein knorpeliger Ring, das Gelenkgrubenband des Schulterblattes, ligamentum glenoideum scapulae (Taf. 5; 12_6), welches die flache Gelenkgrube vertiefen hilft.

3. Bänder zur Verbindung des Ober- und Vorderarms.

Das Ellbogengelenk, articulatio cubiti (Taf. 5; 15 u. 14), ist eins der complicirtesten Gelenke, da drei Knochen, das untere Ende des Oberarmknochens und die obern Enden der beiden Vorderarmknochen, daran theilnehmen. Dadurch können im Ellbogengelenke zwei ganz voneinander unabhängige Bewegungen ausgeführt werden, und zwar Beugung und Streckung des Vorderarms, wozu das Ellbogenbein dient, indem dasselbe mit dem Oberarmknochen ein Winkelgelenk, ginglymus, bildet, vermittels dessen der Vorderarm auch in einer Ebene gegen den Oberarm gebeugt werden kann; und Drehung, rotatio, der Speiche bei jeder beliebigen Winkelstellung des Vorderarms zum Oberarm, um eine Achse, welche man sich durch den Mittelpunkt der kopfförmigen Erhabenheit des Ellbogenfortsatzes des Oberarms, das Köpfchen der Speiche, und den Griffelfortsatz des Ellbogenbeins gezogen denken muß. Diese letztgenannte Bewegung heißt, wenn sie nach innen geschieht, Vorwärtsdrehung, pronatio, und wenn sie wieder in die ursprüngliche Lage zurück geschieht, Rückwärtsdrehung, supinatio. Die Bänder am Vorderarm dienen entweder zur Verbindung mit dem Oberarm, oder zwischen Speiche und Ellbogenbein.

a. Bänder zwischen Ober- und Unterarm.

Die Bänder, welche den Ober- mit dem Unterarm verbinden, werden dargestellt durch das Kapselband des Ellbogens und durch das äußere und innere Seitenband des Ellbogens.

1) Das Kapselband des Ellbogens, ligamentum capsulare cubiti (Taf. 5; 13_1, 14_1), entspringt vom Oberarmknochen noch über dem Ellbogenfortsatz, der durch dasselbe umschlossen wird, und setzt sich an den Ellbogenknorren, die große halbmondförmige Grube und den Kronenfortsatz des Ellbogenbeins, sowie an das Ringband der Speiche.

2) Das äußere Seitenband des Ellbogens, ligamentum laterale cubiti externum (Taf. 5; 13_4, 14_2), entspringt vom äußern Gelenkfortsatz des Oberarmknochens und setzt sich an den äußern Umfang des Ringbandes der Speiche.

3) Das innere Seitenband des Ellbogens, ligamentum laterale cubiti internum (Taf. 5; 13_3), geht vom innern Gelenkfortsatz des Oberarmknochens zum untern Theil des innern Randes der großen halbmondförmigen Grube des Ellbogenbeins.

b. Bänder zwischen Speiche und Ellbogenbein.

Zwischen Speiche und Ellbogenbein finden sich am obern Ende und am Körper drei Bänder, am untern Ende aber nur zwei.

α. Bänder am obern Ende und am Körper zwischen Speiche und Ellbogenbein.

Es sind dies das Ringband der Speiche, das runde Band und das Zwischenknochenband.

1) Das Ringband der Speiche, ligamentum annulare radii (Taf. 5; 13_4, 14_2), geht von dem vordern Ende der kleinen halbmondförmigen Grube des Ellbogenbeins um das Köpfchen der Speiche herum zum hintern Ende derselben Grube und hängt mit dem Kapselbande und dem äußern Seitenbande des Ellbogengelenks zusammen.

2) Das runde Band, ligamentum teres oder chorda transversalis cubiti (Taf. 5; 13_5, 14_4), geht von dem Höckerchen der Speiche zum Kronenfortsatz des Ellbogenbeins. Es hindert eine allzu starke Rückwärtsdrehung des Unterarms.

3) Das Zwischenknochenband des Unterarms, ligamentum interosseum antibrachii (Taf. 5; 13_6, 14_3, 15_1, 16_1), verbindet als breite Membran die einander zugekehrten scharfen Ränder der Speiche und des Ellbogenbeins.

β. Bänder am untern Ende der Speiche und des Ellbogenbeins.

Dieselben werden gebildet von dem sackförmigen Kapselbande und dem dreieckigen Zwischenknorpel.

1) Das sackförmige Kapselband, ligamentum capsulare sacciforme oder membrana sacciformis, liegt über dem Kapselband des Handgelenks und geht vom halbmondförmigen Einschnitt der Speiche zum Köpfchen des Ellbogenbeins.

2) Der dreieckige Zwischenknorpel, cartilago triangularis intermedia, ist eine Fortsetzung der dem Handgelenk zugekehrten Gelenkfläche, der Speiche, und geht über das Köpfchen des Ellbogenbeins zum Griffelfortsatz desselben.

4) Bänder zur Verbindung des Vorderarms mit der Hand.

Das Handgelenk, articulatio manus (Taf. 5; 15e, 16e), wird aus den Gelenkflächen der untern Enden des Vorderarmknochens, sowie aus den Gelenkverbindungen der Handwurzelknochen untereinander gebildet. Die Hand ist nur mit der Speiche fest verbunden, und bilden dieselben zusammen ein beschränktes freies Gelenk, das Beugung und Streckung, Anziehung, adductio, und Abziehung, abductio, gestattet. Mit der Speiche zusammen kann auch die Hand vor- und rückwärts gedreht werden. Zwischen den einzelnen Handwurzelknochen findet nur eine sehr beschränkte Beugung und Streckung statt.

Zwischen der Speiche und dem dreieckigen Zwischenknorpel einerseits und der ersten Handwurzelreihe andererseits, befindet sich ein schlaffer Gelenksack, ligamentum capsulare carpi et antibrachii, der durch zahlreiche Hülfsbänder sowol an der Rücken- und Hohlhandseite, wie an der Radial- und Ulnarseite verstärkt wird.

Ebensolche Kapsel- und Hülfsbänder finden sich in großer Zahl (Taf. 5; 15_2, 16_2) sowol an der Dorsal- wie Volarfläche der Hand, zwischen den beiden Handwurzelreihen sowol, wie auch zwischen den einzelnen Handwurzelknochen. Sie werden nach den Knochen, an denen sie sich anheften, benannt, sodaß durch den Namen schon ihre Lage kenntlich wird. Sie dienen dazu, um der Hand eine bedeutende Festigkeit zu geben. Die Gelenke, welche sie überziehen, sind sämmtlich straffe Gelenke, amphiarthroses, die im einzelnen nur eine geringe Beweglichkeit gestatten, zusammen genommen aber eine ausgiebigere Bewegung zulassen.

5. Verbindung der Mittelhandknochen.

Der erste Mittelhandknochen bildet mit dem ersten [illegible] winkeligen Knochen ein freies Gelenk, während die [illegible] Mittelhandknochen unter sich und mit der zweiten [illegible] der Handwurzelknochen Amphiarthrosen bilden. [illegible] selband befindet sich zwischen dem ersten [illegible] handknochen und dem [illegible] sowie zwischen den übrigen [illegible]

zweiten Reihe der Handwurzelknochen. Diese Kapselbänder werden durch zahlreiche Hülfsbänder, ligamenta ossium carpi et metacarpi volaria (Taf. 5; 15_9), und dorsalia (Taf. 5; 16_9) verstärkt.

Besonders erwähnen wollen wir nur die eigenen Bänder an den obern Enden der Mittelhandknochen, ligamenta baseos ossium metacarpi (Taf. 5; 15_4, 16_4), welche von der Basis des einen Mittelhandknochens zu der des andern gehen und nur zwischen dem ersten und zweiten Mittelhandknochen fehlen. Sie finden sich an der Rücken- wie Hohlhandseite der Basis als ligamenta baseos ossium metacarpi volaria (Taf. 5; 15_4) und dorsalia (Taf. 5; 16_4).

Ebenso finden sich am untern Ende der Mittelhandknochen drei Bänder, die jedoch nur auf der Volarfläche von einem Köpfchen des Mittelhandknochens zum andern gehen, ausgenommen vom Köpfchen des ersten zum zweiten Mittelhandknochen. Es sind dies die Bänder der Köpfchen der Mittelhandknochen, ligamenta capitulorum ossium metacarpi (Taf. 5; 15_5).

6. Verbindung der Fingerknochen.

Alle Finger mit Ausnahme des Daumens sind mit ihrem ersten Gliede an das entsprechende Köpfchen des Mittelhandknochens durch ein freies Gelenk gebunden, nur bei dem Daumen ist an dieser Stelle ein Winkelgelenk vorhanden, ebenso zwischen den einzelnen Gliedern der Finger. Zwischen jedem Mittelhandknochen-Fingergliedergelenke, articulatio metacarpophalangea, sowie zwischen jedem Fingergliedergelenke, articulatio interphalangea, findet sich ein Kapselband, ligamentum capsulare, sowie ein äußeres Seitenband, ligamentum laterale digitorum externum (Taf. 5; 15_6, 16_5), am Radialrande der Finger, und ein inneres Seitenband, ligamentum laterale digitorum internum (Taf. 5; 15_7, 16_6), am Ulnarrande der Finger.

II. Bänder an der untern Extremität.

Die Bänder an der untern Extremität dienen entweder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Becken, oder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Unterschenkel, ferner zur Verbindung der Unterschenkelknochen, des Unterschenkels mit dem Fuße, der Fußwurzelknochen, der Mittelfußknochen und der Zehenknochen.

1. Bänder zur Verbindung des Oberschenkelknochens mit dem Becken.

Das Hüftgelenk, articulatio coxae, ein sogenanntes Nußgelenk, enarthrosis, wird aus der Pfanne des Beckens und dem Gelenkkopfe des Oberschenkelknochens mit dem dazu gehörenden Bandapparate gebildet. Derselbe besteht in dem Kapselbande des Oberschenkelknochens, ligamentum capsulare femoris (Taf. 5; 2_{18}, 4_{17}), welches vom Pfannenrande zum Halse des Oberschenkelknochens geht. Außerdem wird der Rand der Pfanne innerhalb der Kapsel von einem knorpeligen Ringe, die Knorpellippe der Pfanne, labrum cartilagineum acetabuli, umgeben. Mehrere Hülfsbänder verstärken das Kapselband. In der Gelenkhöhle selber befindet sich das runde Schenkelband, ligamentum teres femoris, welches, von der Synovialhaut des Gelenks überzogen, von der Grube für das runde Band des Schenkelkopfs herab zur Pfannengrube steigt.

2. Bänder zur Verbindung des Oberschenkels mit dem Unterschenkel.

Im Kniegelenke, articulatio genu, kann zu das Schienbein gegen den Oberschenkelknochen ge werden, dann aber kann bei gebogenem Kni noch eine geringe Drehung des Schienbeins um Längenachse stattfinden. Die Bänder des Knie sind das Kniescheibenband, das Kapsel des Knies, das Kniekehlenband, das u und äußere Seitenband und das vorder hintere Kreuzband.

1) Das Kniescheibenband, ligamentum p (Taf. 5; 17_1), ist die Fortsetzung der Sehne d meinschaftlichen Streckmuskels des Schenkels un als mittleres Kniescheibenband, ligamentu tellae medium (Taf. 5; 17_1), von der Kniesche Höcker des Schienbeins, während sich zwei flügel als inneres und äußeres Kniescheibe ligamentum patellae internum und externum (17_2), an den innern und äußern Gelenkfortsa Schienbeins ansetzen.

2) Das Kapselband des Knies, ligam capsulare genu (Taf. 5; 17_4), umgibt als ein Sack den Gelenkfortsatz des Oberschenkels und je an den Umfang der Gelenkfläche des Schienbei nach vorn die Kniescheibe vor sich habend. Im der Kapsel befinden sich die halbmondförm Knorpel und die beiden Kreuzbänder.

3) Das Kniekehlenband, ligamentum popli ist eine Verstärkung des Kapselbandes und geht v äußern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens ü über die Kniekehle weg zum innern Rande des Sch beins, unmittelbar unter dem innern Gelenkfort desselben.

4) Das innere seitliche Band des Knie ligamentum laterale genu internum (Taf. 5, 18_8, 19_5), geht vom innern Gelenkfortsatz des Ob schenkelknochens zum innern Gelenkfortsatz des Schi beins.

5) Das äußere seitliche Band des Knie ligamentum laterale genu externum, geht vom äuße Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens zum äuße Gelenkfortsatz des Schienbeins.

6) Das vordere Kreuzband des Knies, lig mentum cruciatum genu anticum (Taf. 5; 18_9, $19_$ geht von der innern Fläche des äußern Gelenkfo satzes des Oberschenkelknochens etwas nach vorn, nach und unten zu der Grube vor der Erhabenheit, zwische den Gelenkfortsätzen des Schienbeins.

7) Das hintere Kreuzband des Knies, lig mentum cruciatum genu posticum (Taf. 5; 18_{10}, $19_$ geht von der gegen die Kniekehle gewendeten Fläche de innern Gelenkfortsatzes des Oberschenkelknochens zu d Grube hinter der Erhabenheit zwischen den Gelenkfort sätzen des Schienbeins.

Noch sind zu erwähnen die halbmondförmige oder Zwischengelenkknorpel, cartilagines semi lunares oder interarticulares (Taf. 5; $18_{1 \text{ u. } 2}$, $19_{1 \text{ u. } 2}$, welche zwischen den Gelenkfortsätzen des Oberschenkelknochens und des Schienbeins liegen. Sie sind halbmondförmig, mit ihrer offenen Seite der Erhabenheit zwischen den Gelenkfortsätzen des Schienbeins zugekehrt. Man unterscheidet einen äußern halbmondförmigen Gelenkknorpel, cartilago semilunaris externa (Taf. 18_1, 19_1), und einen innern, cartilago semilunaris interna (Taf. 5; 18_2, 19_2).

3. Bänder zur Verbindung der Unterschenkelknochen.

Man unterscheidet am Unterschenkel Bänder zu

bern Ende, zwischen den Körpern und am ntern Ende.

Bänder am obern Ende des Unterschenkelknochens.

Hier ist nur das Kapselband des Wadenbeins, mentum capsulare capituli fibulae (Taf. 5; 18_8, 19_5), nennen. Dasselbe geht vom Köpfchen des Wadenbs zu der für dasselbe bestimmten Gelenkfläche am bern Gelenkfortsatz des Schienbeins.

Bänder zwischen den Körpern der Unterschenkelknochen.

Hier haben wir das Zwischenknochenband des nterschenkels, ligamentum interosseum cruris af. 5; 18_7, 19_7, 22_1). Dasselbe füllt den Zwischenum zwischen Schienbein und Wadenbein aus und t nur an seinem obern Ende eine größere Lücke m Durchtritt von Gefäßen.

Bänder am untern Ende der Unterschenkelknochen.

Dieselben verbinden als vordere und hintere nöchelbänder, ligamenta tibio-fibularia antica und ostica (Taf. 5; 22), die untern Enden des Schiend Wadenbeins.

4. Bänder des Fußes mit dem Unterschenkel.

Der Fuß tritt mit dem Unterschenkel nur durch das Sprungbein in Verbindung und bildet mit dem Schienadenbeine das Sprunggelenk, articulatio talocruralis. Der Fuß kann gebeugt und gestreckt, aus- und einwärts bewegt, sowie um seine Längsachse gedreht werden, an welchen Bewegungen auch die Gelenke zwischen den einzelnen Fußwurzelknochen theilnehmen, welche das Fußgelenk, articulatio pedis, bilden. Das Sprungbein ist durch ein Kapselband mit dem Unterschenkel verbunden, das durch mehrere starke Hülfsbänder verstärkt wird.

5. Bänder zur Verbindung der Fußwurzelknochen.

Die Fußwurzelknochen sind untereinander durch sehr kurze Bänder verbunden, sodaß zwischen allen nur straffe Gelenke vorhanden sind. Dieselben werden gebildet durch kurze, straffe Kapselbänder, ligamenta capsularia tarsi propria, welche entweder zwei oder noch mehrere Fußwurzelknochen verbinden. Diese Kapselbänder werden durch kurze starke Hülfsbänder verstärkt, die auf dem Fußrücken der Fußsohle und den Seitenflächen des Fußes von einem Fußwurzelknochen zum andern gehen. Dadurch erhält man eigene Rückenbänder der Fußwurzel, ligamenta tarsi propria dorsalia (Taf. 5; 22_3), eigene Bänder der Fußsohle, ligamenta tarsi propria plantaria (Taf. 5; 20_1), und eigene Seitenbänder der Fußwurzel, ligamenta tarsi propria lateralia (Taf. 5; 21_1), die sämmtlich aus einer großen Zahl kleiner Bänder, welche den Fußwurzelknochen zu Fußwurzelknochen gehen, bestehen und nach diesen auch benannt werden.

6. Bänder zur Verbindung der Mittelfußknochen.

Die Mittelfußknochen sind sowol untereinander wie mit den Fußwurzelknochen durch straffe Gelenke verbunden. Man hat dreierlei Bänder am Mittelfuß zu unterscheiden, und zwar solche, welche die Mittelfußknochen mit den Fußwurzelknochen verbinden, ferner solche zwischen den hintern Enden und solche zwischen den vordern Enden der Mittelfußknochen.

a. Bänder zwischen Fußwurzel und Mittelfußknochen.

Wir haben hier zunächst die Kapselbänder, sowie die Hülfsbänder am Fußrücken, an der Fußsohle und an den Seiten des Fußes.

1) Die Kapselbänder, ligamenta capsularia, sind der Zahl nach drei und verbinden das erste Keilbein mit dem ersten Mittelfußknochen, das zweite und dritte Keilbein mit dem zweiten und dritten Mittelfußknochen, und das Würfelbein mit dem vierten und fünften Mittelfußknochen.

2) Die Hülfsbänder, ligamenta accessoria tarsi et metatarsi, gehen:

α. als Rückenhülfsbänder, ligamenta accessoria dorsalia (Taf. 5; 22_4), von dem Rücken der Fußwurzelknochen zum Rücken der entsprechenden Mittelfußknochen,

β. als Sohlenhülfsbänder, ligamenta accessoria plantaria (Taf. 5; 20_2), von der Sohle der Fußwurzelknochen zur Sohle der entsprechenden Mittelfußknochen,

γ. als Seitenhülfsbänder, ligamenta accessoria lateralia (Taf. 5; 21_2), von der Seite der Fußwurzelknochen zur entsprechenden Seite der Mittelfußknochen.

b. Bänder zwischen den hintern Enden der Mittelfußknochen.

Es sind dies die Basisbänder der Mittelfußknochen, ligamenta baseos metatarsi (Taf. 5; 20_3, 22_5), und zwar vier Rückenbänder, ligamenta dorsalia (Taf. 5; 22_5), zwischen je zwei Mittelfußknochen eines, drei Sohlenbänder, ligamenta plantaria (Taf. 5; 20_3), nur zwischen den vier letzten Mittelfußknochen, und vier Zwischenmittelfußknochenbänder, ligamenta intermetatarsea, welche in den zwischen den Basen der Mittelfußknochen befindlichen Zwischenräumen liegen.

c. Bänder zwischen den vordern Enden der Mittelfußknochen.

Hier sind nur zu erwähnen die vier Bänder der Köpfchen der Mittelfußknochen, ligamenta capitulorum ossium metatarsi (Taf. 5; 20_4), welche an der Fußsohle der Mittelfußknochen von einem Köpfchen zum andern gehen.

7. Bänder zur Verbindung der Zehenglieder.

Das untere Ende der ersten Zehenglieder verbindet sich mit dem Köpfchen des entsprechenden Mittelfußknochens durch ein freies Gelenk, arthrodia, während die einzelnen Zehenglieder unter sich durch Winkelgelenke verbunden sind. An [illegible] Zehengelenken befinden sich Kapselbänder, ligamenta capsularia, die an der Fußsohle [illegible] verdickt und rinnenartig ausgehöhlt sind (Taf. 5; 20_4), worin die Sehnen der Beugemuskeln des Fußes liegen, die von den Kreuzbändern ligamenta cruciata (Taf. 5; 20_3), umschlossen und in [illegible] Zehen [illegible] werden. In der [illegible] am [illegible] Gelenke der großen Zehe finden sich zwei [illegible] zwischen welchen das [illegible] ligamentum [illegible] (Taf. [illegible]).

Außerdem ist noch die [illegible] starke seitliche Hülfsbänder, [illegible]

(Taf. 5; 20_6 u. $_7$, 21_6, 22_6), miteinander verbunden, und zwar am Großzehenrande einer jeden Zehe durch die innern Seitenbänder, ligamenta lateralia interna (Taf. 5; 20_6, 21_6), und am Kleinzehenrande durch die äußern Seitenbänder, ligamenta lateralia externa (Taf. 5; 20_7, 22_6).

Topographische Anatomie.

Nachdem wir in den bisherigen Tafeln das Gerüst des menschlichen Körpers sowol als Ganzes wie in seinen Theilen vorgeführt haben, bringen wir auf den folgenden Tafeln die Muskeln, Gefäße, Nerven und übrigen Organe des Körpers in ihrer topographischen Anordnung, ohne dabei in alle Einzelheiten eingehen zu können, da eine systematische Durchführung theils zu viel Raum in Anspruch nehmen, theils aber auch den Zweck dieser Tafeln, den Laien in der Anatomie über den menschlichen Körper und dessen Bau zu unterrichten, nicht erfüllen würde. Wir geben daher nur das Wichtigste, wenn auch dabei manche Lücken bleiben werden, die der Mann von Fach ausfüllen muß.

Tafel 6.

Diese Tafel, die erste topographische, bringt den Kopf und Hals in verschiedenen Ansichten zur Darstellung, wir sehen denselben sowol nach Entfernung der Haut, wie der obersten Muskellage, als auch im Durchschnitt durch die Mittellinie, sodaß man sich von den Hauptverhältnissen eine Vorstellung machen kann.

Figur 1. Kopf und Hals nach Entfernung der Haut.

A. Cranium mit galea aponeurotica, Schädeldach mit der Sehnenhaube.
B. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
C. Acromion, Schulterhöhe.
D. Tragus auriculae, vordere Ohrklappe oder Ohrecke.
E. Antitragus, hintere Ohrklappe oder Gegenecke.
F. Lobulus auriculae cum folliculis sebaceis, Ohrläppchen mit Talgdrüsen.
1. Musculus frontalis und occipitalis, Stirn- und Hinterhauptsmuskel.
2. Musculus orbicularis palpebrarum, Schließmuskel der Augenlider.
3. Musculus attollens auriculae, Hebemuskel des Ohres.
4. Musculus retrahens auriculae, Zurückziehemuskel des Ohres.
5. Musculus compressor nasi, Zusammendrückmuskel der Nase.
6. Musculus procerus nasi Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.
7. Musculus levator labii superioris alaeque nasi, Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels.
8. Musculus zygomaticus minor, kleiner Jochmuskel.
9. Musculus zygomaticus major, großer Jochmuskel.
10. Musculus levator labii superioris proprius, eigener Heber der Oberlippe.
11. Musculus orbicularis oris, Schließmuskel des Mundes.
12. Musculus depressor anguli oris, Herabzieher des Mundwinkels.
13. Musculus depressor labii inferioris, Niederzieher der Unterlippe.
14. Musculus risorius Santorini, Lachmuskel des Santorin.
15. Musculus masseter, Kaumuskel.
16. Musculus buccinator, Trompetermuskel.
17. Musculus platysma myoides, breiter Halsmuskel.
18. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
19. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
20. Musculus splenius capitis, Bauschmuskel des Kopfes.
21. Musculus splenius colli, Bauschmuskel des Halses.
22. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblattaufhebemuskel.
23. Musculi scaleni, Rippenhalter.
24. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
25. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
26. Aponeurosis temporalis, Sehnenhaut der Schläfe.
I. Glandula parotis, Ohrspeicheldrüse.
II. Ductus Stenonianus, Ausführungsgang der Ohrspeicheldrüse.
a. Arteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
b. Arteriae coronariae labiorum, Kranzpulsadern der Lippen.
c. Arteria angularis, Winkelpulsader.
d. Arteria occipitalis, Hinterhauptspulsader
e. Arteria auricularis posterior, hintere Ohrpulsader.
f. Arteria temporalis, Schläfenpulsader.
g. Arteria transversa faciei, quere Antlitzpulsader.
h. Ramus frontalis arteriae temporalis, Stirnast der Schläfenpulsader.
i. Ramus occipitalis arteriae temporalis, Hinterhauptsast der Schläfenpulsader.
k. Arteria frontalis ex ophthalmica, Stirnpulsader aus der Augenschlagader.
l. Vena facialis anterior, vordere Antlitzblutader.
m. Vena facialis posterior, hintere Antlitzblutader.
n. Vena temporalis superficialis, oberflächliche Schläfenblutader.
o. Vena temporalis profunda, tiefe Schläfenblutader.
p. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
q. Vena jugularis externa, äußere Drosselblutader.
r. Ramus occipitalis venae jugularis externae, Hinterhauptsast der äußern Drosselblutader.
α. Nervus supraorbitalis, Oberaugenhöhlennerv.
β. Nervi subcutanei malae, Wangenhautnerven.
γ. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
δ. Nervus mentalis, Kinnnerv.
ε. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
ζ. Nervus occipitalis major, größerer Hinterhauptsnerv.
η. Nervus occipitalis minor, kleinerer Hinterhauptsnerv.
ϑ. Nervus auricularis magnus, großer Ohrennerv.
ι. Nervi supraclaviculares, Oberschlüsselbeinnerven.

Figur 2. Kopf und Hals nach Entfernung der Hautblutadern, des breiten Halsmuskels und des Kappenmuskels.

A. Cranium mit der galea aponeurotica, Schädeldach mit der Sehnenhaube.
B. Arcus zygomaticus, Jochbogen.
C. Maxillae inferioris ramus horizontalis, horizontaler Ast des Unterkiefers.
D. Os hyoideum, Zungenbein.
E. Clavicula, Schlüsselbein.
F. Acromion, Schulterhöhe.
G. Spina scapulae, Schultergräte.
H. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
I. Caput humeri, Kopf des Oberarmknochens.
K. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
L. Ligamentum coraco-claviculare, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.

M. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
1. Musculus frontalis, Stirnmuskel.
2. Musculus occipitalis, Hinterhauptsmuskel.
3. Musculus orbicularis oculi, Schließmuskel der Augenlider.
4. Musculus attollens auriculae, Hebemuskel des Ohres.
5. Musculus retrahens auriculae, Zurückziehemuskel des Ohres.
6. Musculus compressor nasi, Zusammendrückmuskel der Nase.
7. Musculus procerus nasi Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.
8. Musculus levator labii superioris alaeque nasi, Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels.
9. Musculus zygomaticus minor, kleiner Jochmuskel.
10. Musculus zygomaticus major, großer Jochmuskel.
11. Musculus levator labii superioris proprius, eigener Hebemuskel der Oberlippe.
12. Musculus orbicularis oris, Schließmuskel des Mundes.
13. Musculus depressor anguli oris, Herabziehemuskel des Mundwinkels.
14. Musculus depressor labii inferioris, Herabziehemuskel der Unterlippe.
15. Musculus masseter, Kaumuskel.
16. Musculus buccinator, Trompetermuskel.
17. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
18. Musculus biventer cervicis, zweibäuchiger Nackenmuskel.
19. Musculus splenius capitis, Bauschmuskel des Kopfes.
20. Musculus splenius colli, Bauschmuskel des Halses.
21. Musculus levator scapulae, Schulterblatthebemuskel.
22. Musculus rhomboideus minor, kleiner rautenförmiger Muskel.
23. Musculi scaleni, Rippenhalter.
24. Musculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
25. Musculus sterno-hyoideus, Brust- und Zungenbeinmuskel.
26. Musculus hyothyreoideus, Zungenbein-Schildknorpel.
27. Musculus digastricus, zweibäuchiger Unterkiefermuskel.
28. Musculus mylohyoideus, Unterkiefer-Zungenbeinmuskel.
29. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
30. Musculus pectoralis minor, kleiner Brustmuskel.
31. Musculus infraspinatus, Untergrätenmuskel.
32. Musculus biceps brachii, tendo capitis longi, zweiköpfiger Armmuskel, Sehne des langen Kopfes.
I. Glandula submaxillaris, Unterkieferdrüse.
a. Arteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
b. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
c. Arteria thyreoidea superior, obere Schilddrüsenpulsader.
d. Arteria lingualis, Zungenpulsader.
e. Arteria maxillaris externa, äußere Kieferpulsader.
f. Ramus submentalis arteriae maxillaris externae, Unterkinnast der äußern Kieferpulsader.
g. Arteria coronaria labiorum, Kranzpulsader der Lippen.
h. Arteria nasalis lateralis, Winkel- oder Seitenpulsader der Nase.
i. Arteria occipitalis, Hinterhauptspulsader.
k. Arteria auricularis posterior, hintere Ohrpulsader.
l. Arteria temporalis, Schläfenpulsader.
m. Arteria transversa faciei, quere Antlitzpulsader.
n. Ramus frontalis arteriae temporalis, Stirnast der Schläfenpulsader.
o. Ramus occipitalis arteriae temporalis, Hinterhauptsast der Schläfenpulsader.
p. Arteria maxillaris interna, innere Kieferpulsader.
q. Arteria frontalis ex arteria ophthalmica, Stirnpulsader aus der Augenpulsader.
r. Arteria transversa scapulae, quere Pulsader des Schulterblattes.
s. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Halspulsader.
t. Arteria subclavia sinistra, linke Unterschlüsselbeinpulsader.
u. Vena subclavia sinistra, linke Unterschlüsselbeinblutader.
α. Nervus supraorbitalis, Oberaugenhöhlennerv.
β. Nervus supratrochlearis, Oberrollnerv.
γ. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
δ. Nervus temporalis subcutaneus, Unterhautnerv der Schläfe.
ε. Nervus mentalis, Kinnnerv.
ζ. Nervus facialis, Gesichtsnerv.
η. Nervus auricularis posterior, hinterer Ohrnerv.
ϑ. Pes anserinus, Gänsefuß.
ι. Nervi temporales nervi facialis, Schläfennerven des Gesichtsnerven.
κ. Nervi zygomatici nervi facialis, Jochbogennerven des Gesichtsnerven.
λ. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
μ. Nervus hypoglossus, Ueberzungennerv.
ν. Nervus occipitalis major, großer Hinterhauptsnerv.
ξ. Nervus occipitalis minor, kleiner Hinterhauptsnerv.
π. Plexus brachialis, Armgeflecht.

Figur 3. Kopf und Hals im Durchschnitt durch die Mittellinie.

A. Os frontis, Stirn.
B. Os sphenoideum, Keilbein.
C. Processus pterygoideus, Flügelfortsatz.
D. Foramen ovale, ovales Loch.
E. Foramen rotundum, rundes Loch.
F. Foramen condyloideum anterius ossis occipitis, vorderes Gelenkfortsatzloch des Hinterhauptsbeins.
G. Os parietale, Scheitelbein.
H. Os nasi, Nasenbein.
I. Processus nasalis maxillae superioris, Nasenfortsatz des Oberkieferbeins.
K. Antrum Highmori, Highmorhöhle.
L. Processus alveolaris maxillae superioris, Zahnhöhlenfortsatz des Oberkiefers.
M. Maxilla inferior, Unterkiefer.
N. Os hyoideum, Zungenbein.
O. Processus spinosus atlantis, Dornfortsatz des Trägers.
P. Arcus anterior atlantis, vorderer Bogen des Trägers.
Q. Processus spinosus epistrophei, Dornenfortsatz des Umdrehers.
R. Processus odontoideus epistrophei, Zahnfortsatz des Umdrehers.
S. Vertebra tertia colli, dritter Halswirbel.
T. Vertebra septima colli, siebenter Halswirbel.
U. Vertebra prima dorsi, erster Brustwirbel.
V. Manubrium sterni, Handgriff des Brustbeins.
W. Septum narium, Scheidewand der Nase.

X. Epiglottis, Kehldeckel.
Y. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
Z. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
1. Cartilago intervertebralis, Zwischenwirbelband.
2. Ligamentum longitudinale anterius, vorderes Längsband.
3. Dura mater cerebri, harte Hirnhaut.
4. Dura mater medullae spinalis, harte Rückenmarkhaut.
5. Ligamentum hyo-thyreoideum, Zungenbein-Schildknorpelband.
6. Ligamentum hyo-epiglotticum, Zungenbein-Kehldeckelband.
7. Ligamenta glottidis, Stimmritzenbänder.
8. Bulbus, Augapfel.
9. Palpebrae oculi, Augenlider.
10. Lingua, Zunge.
11. Frenulum linguae, Zungenbändchen.
12. Tonsilla dextra, rechte Mandel.
13. Uvula, Zäpfchen.
14. Palatum mobile, beweglicher Gaumen.
15. Arcus glosso-palatinus, Zungen-Gaumenbogen.
16. Arcus pharyngo-palatinus, Schlund-Gaumenbogen.
17. Apertura tubae Eustachii, Oeffnung der Eustachischen Trompete.
18. Isthmus faucium, Rachenenge.
19. Oesophagus, Speiseröhre.
20. Glandula thyreoidea, Schilddrüse.
21. Tela cellulosa inter oesophagum et columnam vertebrarum, Zellgewebsschicht zwischen der Speiseröhre und der Wirbelsäule.
22. Levator palpebrae superioris, Aufhebemuskel des obern Augenlides.
23. Musculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
24. Musculus mylohyoideus, Kiefer-Zungenbeinmuskel.
25. Musculus geniohyoideus, Kinn-Zungenbeinmuskel.
26. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
27. Musculi anteriores colli lateris dextri, vordere Muskeln der rechten Seite des Halses.
28. Musculi nuchae, Nackenmuskeln.
a. Arcus aortae, Bogen der großen Körperpulsader.
b. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
c. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
d. Arteria basilaris, Basispulsader.
e. Arteria ophthalmica, Augenpulsader.
f. Arteria corporis callosi, Balkenpulsader.
g. Vena cava superior, obere Halsvene.
h. Venae jugulares communes, gemeinschaftliche Drosselblutadern.
i. Sinus transversus, Querblutleiter.
k. Torcula Herophili, Presse des Herophilus.
l. Sinus longitudinalis superior, oberer Längsblutleiter.
m. Sinus longitudinalis inferior und sinus quartus, unterer Längsblutleiter und Zeltblutleiter.
α. Nervus opticus, Sehnerv.
β. Nervus oculomotorius, ramus inferior, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv, unterer Ast.
γ. Nervus trochlearis, Rollmuskelnerv.
δ. Nervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
ε. Nervus ophthalmicus, ramus primus nervi trigemini, Augenhöhlennerv, erster Ast des dreigetheilten Nerven.
ε′. Nervus maxillaris superior, ramus secundus nervi trigemini, Oberkiefernerv, zweiter Ast des dreigetheilten Nerven.
ε″. Nervus maxillaris inferior, ramus tertius [illegible] trigemini, Unterkiefernerv, dritter Ast des [illegible] getheilten Nerven.
ζ. Nervus frontalis, Stirnnerv.
η. Nervi ciliares, Blendungsnerven.
ϑ. Ganglion sphenopalatinum, Gaumen-Keilbeinnervenknoten.
ι. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
κ. Ganglion oticum, Ohrknoten.
λ. Ganglion cervicale supremum, oberer [illegible] nervenknoten.
μ. Corpus striatum, Streifenhügel.
ν. Hemisphaera cerebri dextra, superficies interna, rechte Gehirnhemisphäre, innere Fläche
ξ. Corpus callosum, Balken.
π. Genu corporis callosi, Knie des Balkens.
ρ. Foramen Monroi, Monroi'sches Loch.
σ. Talamus nervi optici dexter, rechter Sehhügel.
τ. Plexus chorioideus, Aderhautgeflecht.
υ. Glandula pinealis, Zirbeldrüse.
φ. Corpora quadrigemina, Vierhügel.
χ. Glandula pituitaria, Hirnanhang.
ψ. Ventriculus tertius, dritte Hirnhöhle.
ω. Ventriculus quartus, vierte Hirnhöhle.
α′. Pons Varoli, Varolsbrücke.
β′. Medulla oblongata, verlängertes Mark.
γ′. Centrum cinereum medullae oblongatae et medullae spinalis, grauer Kern des verlängerten Markes und des Rückenmarkes.
δ′. Corpus medulare cerebelli, Markkörper des kleinen Gehirns.
ε′. Arbor vitae cerebelli, Lebensbaum des kleinen Gehirns.

Figur 4. Horizontaldurchschnitt durch die beiderseitigen Augen und die Nasengegend.

1. Integumentum, äußere Haut.
2. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins im horizontalen Durchschnitt.
3. Processus frontalis ossis zygomatici, Stirnfortsatz des Jochbeins.
4. Orbita, superficies interna, Augenhöhle, innere Fläche.
5. Musculus obliquus oculi superior, oberer schiefer Augenmuskel.
6. Trochlea musculi obliqui superioris, Rolle des obern schiefen Augenmuskels.
7. Musculus levator palpebrae superioris, insertio posterior, Aufhebemuskel des obern Augenlides, hinteres Ende.
7′. Musculus levator palpebrae superioris, insertio anterior, Aufhebemuskel des obern Augenlides, vorderes Ende.
8. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
9. Musculus rectus oculi internus, innerer gerader Augenmuskel.
10. Musculus rectus oculi externus, äußerer gerader Augenmuskel.
11. Glandula lacrymalis, Thränendrüse.
12. Bulbus, Augapfel.
13. Arteria ophthalmica, Augenhöhlenpulsader.
14. Arteria lacrymalis, Thränendrüsenpulsader.
15. Arteria supra orbitalis, Oberaugenhöhlenpulsader.
16. Vena ophthalmica cerebralis, Gehirnaugenhöhlenblutader.
17. Nervus ophthalmicus, Augenhöhlennerv.
18. Nervi ciliares, Ciliarnerven.
19. Nervus lacrymalis, Thränendrüsennerv.

20. Nervus opticus sinister, pars cerebralis, linker Sehnerv, Gehirntheil.
20′ Nervus opticus dexter, pars cerebralis, rechter Sehnerv, Gehirntheil.
21. Chiasma nervorum opticorum, Sehnervenkreuzung.
22. Nervus trochlearis, Rollmuskelnerv.
23. Tuberculum ephipii, Sattelknopf.
24. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
25. Ala minor ossis sphenoidei, kleiner Flügel des Keilbeins.
26. Foramen opticum, Sehloch.
27. Tegumenta oculi, Hüllen des Auges.
28. Corpus vitreum, Glaskörper.
29. Lens crystallinea, Krystalllinse.
30. Canalis Petiti, Petit'scher Kanal.
30′ Canalis Schlemmii, Schlemm'scher Kanal.
31. Iris, Regenbogenhaut.
32. Cornea, Hornhaut.
33. Palpebra, Augenlid.
34. Septum narium, Nasenscheidewand.
35. Sinus ethmoidales, Siebbeinzellen.
36. Ossa nasalia, Nasenbeine.
37. Processus nasalis et frontalis ossis maxillae superioris, Nasen- und Stirnfortsatz des Oberkieferknochens.
38. Levator labii superioris alaeque nasi, Aufheber der Oberlippe und des Nasenflügels.
39. Musculus procerus Santorini, der lange Nasenmuskel des Santorin.

Figur 5. Die linke Augenhöhle, von der Seite geöffnet.

1. Lacunar orbitae, Dach der Augenhöhle.
2. Sinus frontalis, Stirnhöhle.
3. Solum orbitae, Boden der Augenhöhle.
4. Canalis infraorbitalis, Unteraugenhöhlenkanal.
5. Sinus ossis maxillae superioris, Oberkieferhöhle.
6. Superficies temporalis ossis maxillae superioris, Schläfenfläche des Oberkieferknochens.
7. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins im Durchschnitt durch die Wurzel.
8. Foramen rotundum, rundes Loch.
9. Foramen ovale, ovales Loch.
10. Fissura orbitalis superior, obere Augenhöhlenspalte.
11. Processus pterygoideus lamina externa, äußere Platte des Flügelfortsatzes.
12. Fissura orbitalis inferior, untere Augenhöhlenspalte.
13. Carotis interna, innere Kopfpulsader.
14. Nervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
15. Ganglion semilunare, halbmondförmiger Nervenknoten.
16. Ramus primus nervi trigemini, erster Ast des dreigetheilten Nervs.
17. Ramus secundus nervi trigemini, zweiter Ast des dreigetheilten Nerven.
18. Ramus tertius nervi trigemini, dritter Ast des dreigetheilten Nerven.
19. Nervus opticus, Sehnerv.
20. Musculus levator palpebrae superioris, Aufhebemuskel des obern Augenlides.
21. Musculus obliquus oculi superior, oberer schiefer Augenmuskel.
21′ Tendo musculi obliqui superioris, Sehne des obern schiefen Augenmuskels.
22. Trochlea musculi obliqui superioris, Rolle des obern schiefen Augenmuskels.
23. Musculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
24. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
25. Musculus rectus oculi externus, äußerer gerader Augenmuskel.
26. Musculus rectus oculi inferior, unterer gerader Augenmuskel.
27. Musculus rectus oculi internus, innerer gerader Augenmuskel.
28. Bulbus oculi, Augapfel.
29. Conjunctiva bulbi, Liderhaut des Augapfels.
30. Conjunctiva palpebrae, Liderhaut des Augenlides.
31. Tarsus palpebrae superioris, Knorpel des obern Augenlides.
32. Stratum musculare palpebrarum, Muskelschicht der Augenlider.
33. Integumentum, äußere Haut.

Figur 6. Senkrechter Durchschnitt durch die linke Augengegend und den linken Augapfel.

1. Lacunar orbitae, Dach der Augenhöhle.
2. Sinus frontalis, Stirnhöhle.
3. Canalis infraorbitalis, Unteraugenhöhlenkanal.
4. Sinus ossis maxillae superioris, Oberkieferhöhle.
5. Nervus infraorbitalis, Unteraugenhöhlennerv.
6. Integumentum nervi optici durae matris, Sehnervenscheide der harten Hornhaut.
7. Ala magna ossis sphenoidei, großer Flügel des Keilbeins.
8. Foramen rotundum, rundes Loch.
9. Processus pterygoideus, Flügelfortsatz.
10. Levator palpebrae superioris, Hebemuskel des obern Augenlides.
11. Musculus rectus oculi superior, oberer gerader Augenmuskel.
12. Musculus rectus oculi inferior, unterer gerader Augenmuskel.
13. Musculus obliquus oculi inferior, unterer schiefer Augenmuskel.
14. Arteria ophthalmica, Augenhöhlenpulsader.
15. Vena ophthalmica cerebralis, Gehirnaugenhöhlenblutader.
16. Nervus naso-ciliaris, Nasenaugennerv.
17. Nervus oculomotorius, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv.
18. Nervus opticus, Sehnerv.
19. Tunicae oculi, Hüllen des Auges.
20. Corpus vitreum, Glaskörper.
21. Lens crystallinea, Krystalllinse.
22. Iris, Regenbogenhaut.
23. Canalis Petiti, Petit'scher Kanal.
24. Cornea, Hornhaut.
25. Palpebra superior, oberes Augenlid.
25′ Palpebra inferior, unteres Augenlid.

Kopf und Hals.

Der Kopf, caput, der oberste Theil des menschlichen Körpers, zerfällt in zwei Abschnitte, die Hirnschale, cranium, bestehend aus dem Schädeldach oder Schädelgewölbe, fornix cranii, und dem Schädelgrund, basis cranii, und das Gesicht, facies, welches den vordern untern Theil des Kopfes bildet.

An den Kopf nach unten schließt sich der Hals, collum, an, welcher das Verbindungsglied zwischen jenem und dem Rumpfe bildet.

Nach Entfernung der äußern Haut und des Unterhautzellgewebes stellen sich uns zunächst die Muskeln dar, welche in verschiedenen Schichten und Regionen das knöcherne Gerüst des Kopfes und Halses bedecken

Muskeln am Kopfe und Halse.

I. Muskeln am Kopfe.

Nach den Gegenden zerfallen die Muskeln des Kopfes in sechs Gruppen, und zwar in die Muskeln der Kopfhaut, der Augenhöhle, des Ohres, der Nase, der Lippen, des Kinnes und der Backen, sowie des Unterkiefers.

A. Muskeln der Kopfhaut.

Unter der Kopfhaut befindet sich die Sehnenhaube, galea aponeurotica (Taf. 6; 1A, 2A), welche eine sehnige Kappe darstellt, die über das Schädeldach gespannt, locker mit der Knochenhaut, pericranium, desselben, fester aber mit der Kopfhaut verwachsen ist. Von ihr gehen vier Muskeln aus, die beiden Stirnmuskeln und die beiden Hinterhauptsmuskeln, welche zusammen den Schädeldeckelmuskel, musculus epicranius oder occipito-frontalis (Taf. 6; 1_1) bilden, für welchen die Galea als die Zwischensehne zu betrachten ist.

1. Muskeln an der Stirn.

Stirnmuskel, musculus frontalis (Taf. 6; 1_1, 2_1).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Stirn, von der Nasenwurzel und dem obern Augenhöhlenrande emporsteigend.

Ansätze:
a) Der innere Theil des obern Augenhöhlenrandes, der Augenbrauenbogen, der Nasenfortsatz des Oberkieferbeins und die Nasenwurzel.
b) Der vordere Theil der Sehnenhaube.

Wirkung:
Zieht die Sehnenhaube mit der Kopfhaut nach vorn und unten.

Ein besonderer Theil des Stirnmuskels ist der Augenbrauenrunzler, musculus corrugator supercilii, welcher auch mit dem Schließmuskel des Augenlides zusammenfließt und sich in der Haut der Augenbrauen verliert.

2. Muskeln am Hinterhaupte.

Hinterhauptsmuskel, musculus occipitalis (Taf. 6; 1_1, 2_2).

Lage:
Unter der Haut des Hinterhauptes.

Ansätze.
a) Die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins und der Warzentheil des Schläfenbeins.
b) Der hintere Theil der Sehnenhaube.

Wirkung:
Zieht die Sehnenhaube mit der Kopfhaut nach hinten.

B. Muskeln der Augenhöhle.

1. Schließmuskel der Augenlider, musculus orbicularis oder sphincter palpebrarum (Taf. 6; 1_2, 2_3, 5_{22}).

Lage:
Am Eingange der Augenhöhle, unmittelbar unter der Haut.

Ansätze:
a) Der Stirnfortsatz des Oberkieferbeins und das innere Augenlidband, welches von der Stelle, wo der processus frontalis des os maxillare superius an das Stirnbein anstößt, zum innern Augenwinkel geht.
b) Die Fasern dieses Muskels gehen ringförmig um die Lidspalte herum und kehren zu ihrem Ausgangspunkte zurück.

Wirkung:
Verengt die Augenlidspalte und schließt dieselbe.

2. Aufhebemuskel des obern Augenlides, musculus levator palpebrae superioris (Taf. 6; 3_{22}, 4_7, 5_{20}, 6_{10}).

Lage:
Geht in der Augenhöhle von hinten dicht an dem Dache derselben über den nächsten Mu… nach vorn.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Sehnervenloches in … kleinen Flügeln des Keilbeins.
b) Der obere Rand des obern Augenlidknorpels.

Wirkung:
Zieht das obere Augenlid in die Höhe und … hinten in die Augenhöhle zurück.

3. Der obere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus superior bulbi oculi (Taf. 6; 4_8, 5_{24}, 6_{11}).

Lage:
Geht von der Spitze der Augenhöhle, unter … Dache derselben nach vorn und oben zum Aug… apfel.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere obere Theil der Lederhaut … Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um eine horizontale, … innen nach außen gehende Achse, welche mit … optischen Achse des Auges einen Winkel von 6… bildet, nach oben und etwas nach innen.

4. Der untere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus inferior bulbi oculi (Taf. 6; 5_{26}, 6_{12}).

Lage:
In der Augenhöhle, wie der vorige, nur … auf dem Boden derselben nach vorn und unten zum Augapfel geht.

Ansätze:
a) Der untere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere untere Theil der Lederhaut … Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um dieselbe Achse wie … vorige Muskel, nur nach unten und innen.

5. Der innere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus internus bulbi oculi (Taf. 6; 4_9, 5_{27}).

Lage:
Geht von der Spitze der Augenhöhle an der innern Wand nach vorn und innen zum Augapfel.

Ansätze:
a) Der innere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere innere Theil der Lederhaut des Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um seine senkrechte Achse nach innen.

6. Der äußere gerade Augapfelmuskel, musculus rectus externus bulbi oculi (Taf. 6; 4_{10}, 5_{28}).

Lage:
In der Augenhöhle an deren äußerer Seite, von hinten nach vorn und außen zum Augapfel gehend.

Ansätze:
a) Der äußere Rand des Sehnervenloches.
b) Der vordere äußere Theil der Lederhaut des Auges.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um seine senkrechte Achse nach außen.

3. Oberer schiefer Augenmuskel, musculus obliquus oculi superior (Taf. 6; 5_{21}).

Lage:
An dem innern obern Theile der Augenhöhle, zwischen dem obern und innern geraden Augapfelmuskel. Er geht mit seinem Bauche von hinten nach vorn, während seine Sehne (Taf. 6; 5_{21}) durch die Rolle, trochlea (Taf. 6; 5_{22}), ihre Richtung ändert und nach außen und etwas nach hinten geht.

Ansätze:
a) Der innere obere Rand des Sehnervenloches.
b) Die Lederhaut des Auges hinter dem vordern Ansatze des obern geraden Augapfelmuskels.

Wirkung:
Dreht den Augapfel um eine horizontale Achse, welche von vorn nach hinten gehend die optische Achse des Auges unter einem Winkel von 36° schneidet, sodaß die Pupille dabei nach außen gerichtet wird.

4. Unterer schiefer Augenmuskel, musculus obliquus oculi inferior (Taf. 6; 3_{23}, 5_{23}, 6_{13}).

Lage:
Im vordern untern Augenhöhlenumfang.

Ansätze:
a) Die Augenhöhlenfläche des Oberkieferbeins.
b) Der äußere Theil der Lederhaut des Auges zwischen dem obern und äußern geraden Augenmuskel.

Wirkung:
Dreht das Auge um dieselbe senkrechte Achse wie der vorige Muskel, nur daß die Pupille dabei nach oben und außen gerichtet wird.

C. Muskeln des Ohres.

1. Hebemuskel des Ohres, musculus attollens auriculae (Taf. 6; 1_3, 2_4).

Lage:
Ueber den Ohren.

Ansätze:
a) Der äußere Theil der Sehnenhaube.
b) Der hintere obere Theil des Ohrknorpels.

Wirkung:
Zieht das Ohr in die Höhe.

2. Rückwärtszieher des Ohres, musculus retrahens auriculae (Taf. 6; 1_4, 2_5).

Lage:
Hinter den Ohren.

Ansätze:
a) Der Warzentheil des Schläfenbeins.
b) Die hintere, äußere Fläche der Ohrmuschel.

Wirkung:
Zieht das Ohr nach hinten.

Noch gibt es einen Vorzieher des Ohres, musculus attrahens auriculae, der vom Jochbogen nach dem vordern Theile der Ohrmuschel geht, hier aber hat weggenommen werden müssen, um darunter liegende Theile zu zeigen.

D. Muskeln der Nase.

1. Aufhebemuskel der Oberlippe und des Nasenflügels, musculus levator labii superioris alaeque nasi (Taf. 6; 4_2, 5_2, 6_{20}).

Lage:
Geht vom innern Augenwinkel zur Seite der Nase und zur Oberlippe herab.

Ansätze:
a) Der obere Theil des Nasenfortsatzes des Oberkieferbeins.
b) Für den kürzern Theil Knorpel und Haut der Nasenflügel, für den längern Theil die Haut der Oberlippe und der Schließmuskel des Mundes.

Der obere Ansatz wird von dem Schließmuskel der Augenlider bedeckt.

Wirkung:
Zieht die Nasenflügel und die Oberlippe zugleich in die Höhe.

2. Zusammendrücker der Nase, musculus compressor nasi (Taf. 6; 1_9, 2_6)

Lage:
An der Seite der Nasenflügel, von den Hebern der Oberlippe bedeckt.

Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Oberkieferbeins über dem ersten Backzahn.
b) Der obere Theil des Nasenflügels.

Wirkung:
Drückt den Nasenflügel zusammen.

3. Der hohe Nasenmuskel des Santorin, musculus procerus nasi Santorini (Taf. 6; 1_6, 2_7).

Lage:
Auf dem Nasenrücken.

Ansätze:
a) Die Haut des Nasenrückens über der Nasenspitze und die sehnige Ausbreitung des Niederdrückers der Nase daselbst.
b) Die innern Fasern des Stirnmuskels.

Wirkung:
Zieht die Stirnhaut herab nach der Nase zu.

Erwähnen wollen wir nur noch den Niederdrücker der Nase, musculus depressor alae nasi, welcher neben dem Zusammendrücker der Nase liegt.

E. Muskeln der Lippen, des Kinnes und der Backen.

1. Schließmuskel des Mundes, musculus orbicularis oder sphincter oris (Taf. 6; 1_{11}, 2_{12}).

Lage:
Rings um die Mundöffnung in den Lippen.

Ansätze:
Entspringt von der äußern Haut, mit der er ziemlich fest verwachsen ist, ohne sich an einem Knochen zu befestigen.

Wirkung:
Schließt die Mundspalte und verändert deren Gestalt.

2. Der eigene Hebemuskel der Oberlippe, musculus levator labii superioris proprius (Taf. 6; 1_{10}, 2_{11}).

[Der Hebemuskel der Oberlippe und der Nasenflügel ist bereits bei der Nase abgehandelt worden.]

Lage:
Erstreckt sich vom untern Augenhöhlenrande, bedeckt von dem Schließmuskel der Augenlider, über das foramen infraorbitale weg zur Oberlippe.

Ansätze:
a) Der untere Augenhöhlenrand.
b) Die Oberlippe.
Wirkung:
Zieht die Oberlippe in die Höhe.
(Unter diesem Muskel liegt der Hebemuskel des Mundwinkels, musculus levator anguli oris.)

3. Kleiner Jochmuskel, musculus zygomaticus minor (Taf. 6; 1_9, 2_9).
Lage:
Theils nach außen von dem eigenen Hebemuskel der Oberlippe, theils denselben bedeckend.
Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Jochbeins.
b) Die Oberlippe.
Wirkung:
Zieht die Oberlippe nach außen in die Höhe.

4. Großer Jochmuskel, musculus zygomaticus major (Taf. 6; 1_9, 2_{10}).
Lage:
Nach außen von dem kleinen Jochmuskel.
Ansätze:
a) Die Gesichtsfläche des Jochbeins.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel schief nach außen in die Höhe.

5. Der Herabziehmuskel des Mundwinkels, musculus depressor anguli oris oder musculus triangularis menti (Taf. 6; 1_{12}, 2_{13}).
Lage:
Zu beiden Seiten des Kinns.
Ansätze:
a) Der untere Rand des Unterkiefers.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel nach außen und unten.

6. Der Niederziehmuskel der Unterlippe, musculus depressor labii inferioris oder musculus quadratus menti (Taf. 6; 1_{13}, 2_{14}).
Lage:
Unter der Haut des Kinns, theils nach innen, theils unter dem Herabziehmuskel des Mundwinkels.
Ansätze:
a) Der untere Rand des Kinns.
b) Die Unterlippe.
Wirkung:
Zieht die Unterlippe nach abwärts.

7. Lachmuskel, musculus risorius Santorini (Taf. 6; 1_{14}).
Lage:
Nach außen vom Mundwinkel.
Ansätze:
a) Die Sehnenhaut des Kaumuskels und der Ohrspeicheldrüse.
b) Der Mundwinkel.
Wirkung:
Zieht den Mundwinkel nach außen.

8. Der Backen- oder Trompetermuskel, musculus buccinator (Taf. 6; 1_{16}, 2_{16}).
Lage:
Nach außen von dem Mundwinkel die Backe bildend.
Ansätze:
a) Der Flügelfortsatz des Keilbeins und
höhlenfortsätze des Ober- und
nach hinten vom zweiten Backzahn.
b) Der Schließmuskel des Mundwinkels
Fasern er sich verbirgt.
Wirkung:
Zieht die Mundwinkel und Lippen n
oder verengert die Mundhöhle, wenn
muskel des Mundes Widerstand leiste
(Die Schneidezahnmuskeln, musc
Cowperi, sind Fasern des Schließmuskels d
welche zum Zahnhöhlenfortsatz des Oberki
und sich in der Vertiefung zwischen den
des innern und äußern Schneidezahns ans

F. Muskeln des Unterkiefe

Kaumuskeln, musculi mandocato

Der Kaumuskel, musculus massete
1_{15}, 2_{15}).
Lage:
Bedeckt den hintern Theil des Unterki
Ansätze:
a) Der untere Rand des Jochbogens.
b) Die äußere hintere Fläche des
astes und die äußere Fläche d
kieferwinkels.
Wirkung:
Zieht den Unterkiefer in die Höhe
nach vorn.
Als Kaumuskeln, welche auf den Abbildu
nicht haben sichtbar gemacht werden können,
wir noch:
den Schläfenmuskel, musculus
welcher an der Halbkreisförmigen Lin
Schläfenwand des Schädels sich ansetzt,
nenfortsatz des Unterkiefers geht, und
kiefer in die Höhe, sowie, wenn derse
zogen ist, nach rückwärts zieht. Der
von der Schläfenfascie, fascia oder ap
temporalis (Taf 6; 1_{20}) bedeckt, welche
Platten besteht, einer oberflächlichen
tiefen, und die nach oben mit der Se
in Verbindung tritt, und an der halbkre
Linie, der Stirnbeinleiste und an dem
angewachsen ist;
den innern Flügelmuskel, muscul
goideus internus, welcher von der G
dem Haken des Flügelfortsatzes des
und dem Pyramidenfortsatz des Ga
zur innern Fläche des Unterkieferwin
und den Unterkiefer in die Höhe, und
einseitig wirkt, zugleich etwas nach
seiner Seite zieht;
und den äußern Flügelmuskel,
pterygoideus externus, welcher von de
Flügel des Keilbeinfortsatzes für den ei
und von dem Oberkieferhöcker sowie d
Fläche des großen Flügels des Keilbein
andern Kopf zur innern Seite des H
Gelenkfortsatzes des Unterkiefers geht
selben, wenn der Muskel einseitig wirkt,
und nach vorn zieht; wenn jedoch beide
zu gleicher Zeit wirken, wird derselbe ge
vorn gezogen.

II. Muskeln am Halse.

Die Muskeln am Halse sind in zwei Schi
lagert, in eine oberflächliche und in ein

Die Muskeln der ersten Schicht zerfallen wiederum in zwei Lagen, in eine vordere und hintere. Die vordere Lage befindet sich unmittelbar unter der Haut, während die hintere sich oberhalb und unterhalb des Zungenbeins ansetzt. Die tiefere Schicht liegt hinter dem Zungenbein, dem Kehlkopf und der Luft- und Speiseröhre, unmittelbar vor und zur Seite des Halswirbelkörpers.

Besonders zu erwähnen ist noch die Faserhaut des Halses, fascia colli, welche in zwei Blätter zerfällt, von denen das eine unter dem breiten Halsmuskel weggeht, während das andere mit einer vordern Platte sich hinter dem oberflächlichen, mit einer hintern Platte vor der tiefern Schicht der Halsmuskeln hinzieht.

A. Oberflächliche Schicht der Halsmuskeln.

a) Vordere Lage.

1. **Breiter Halsmuskel**, musculus latissimus, auch subcutaneus colli oder platysma myoides (Taf. 6; 1_{17}).

Lage:
Befindet sich unmittelbar unter der Haut des Halses an der vordern und seitlichen Fläche desselben, von dem obern Theile der Brust bis zum Unterkiefer emporsteigend.

Ansätze:
a) Die Sehnenhaut des großen Brustmuskels in der Höhe der zweiten Rippe, und die Sehnenhaut des Deltamuskels.
b) Der Rand des Unterkiefers, sowie die Gesichtshaut und die Fascien des Kaumuskels und der Ohrspeicheldrüse.

Wirkung:
Zieht den Unterkiefer nach abwärts, und wenn dieser befestigt ist, die Haut des untern Theils des Halses in die Höhe.

2. **Kopfnicker**, musculus sterno cleido-mastoideus (Taf. 6; 1_{16}, 2_{17}. Taf. 7; 1_1, 2_1. Taf. 8; 1_1).

Lage:
Derselbe liegt zu beiden Seiten des Halses, indem er schräg von oben, außen und hinten, nach unten, innen und vorn geht.

Ansätze:
a) Der Warzenfortsatz des Schläfenbeins und der äußere Theil der obern halbkreisförmigen Linie des Hinterhauptsbeins.
b) Der Handgriff des Brustbeins, an welchen sich der schmälere Theil, und das Brustbeinende des Schlüsselbeins, an welches sich der breitere Theil ansetzt.

Wirkung:
Wenn beide Muskeln gleichzeitig wirken, strecken sie den Kopf, wirkt dagegen nur der eine, so dreht er das Gesicht nach der entgegengesetzten, und zieht den Kopf gegen die Schulter seiner Seite.

b) Hintere Lage.

α. Unter dem Zungenbein.

1. **Brust-Zungenbeinmuskel**, musculus sterno-hyoideus (Taf. 6; 2_{25}. Taf. 7; 1_7).

Lage:
Zu beiden Seiten der Mittellinie des Halses, vom Brustbein zum Zungenbein gehend.

Ansätze:
a) Die hintere obere Fläche des Handgriffs des Brustbeins, sowie das Brustbeinende des Schlüsselbeins und der Knorpel der ersten Rippe, beide letzteren Theile nur aus wenigen Fasern bestehend.
b) Der untere mittlere Theil der vordern Fläche des Körpers des Zungenbeins.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein und die mit demselben verbundenen Theile nach abwärts.

2. **Der Brustbein-Schildknorpelmuskel**, musculus sterno-thyreoideus, hat erst auf der folgenden Tafel sichtbar gemacht werden können (s. deshalb Taf. 7; 1_8).

Lage:
Unmittelbar unter dem Brust-Zungenbeinmuskel.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Handgriffs des Brustbeins und der Knorpel der ersten Rippe.
b) Die schiefe Linie, linea obliqua, an der vordern Fläche des Schildknorpels.

Wirkung:
Zieht den Kehlkopf und das mit diesem verbundene Zungenbein nach abwärts.

3. **Zungenbein-Schildknorpelmuskel**, musculus hyothyreoideus (Taf. 6; 2_{26}. Taf. 7; 1_{10}. Taf. 8; 1_6.)

Lage:
Unter dem obern Theile des Brust-Zungenbeinmuskels, zwischen Kehlkopf und Zungenbein.

Ansätze:
a) Der untere Rand des Körpers des Zungenbeins.
b) Die schiefe Linie des Kehlkopfs.

Wirkung:
Nähert das Zungenbein dem Kehlkopf, wenn dieser befestigt, und umgekehrt.

4. **Schulter-Zungenbeinmuskel**, musculus omo-hyoideus (Taf. 6; 2_{24}. Taf. 8; 1_9).

Lage:
An der Seite der vorher erwähnten Halsmuskeln der hintern Lage, unter dem Kopfnicker und sich mit demselben kreuzend, vom Schulterblatt, außen, hinten und unten, nach innen, vorn und oben zum Zungenbein gehend.

Ansätze:
a) Der obere Rand des Schulterblattes, unmittelbar neben dem Schulterblatteinschnitt.
b) Der äußere untere Theil des Körpers des Zungenbeins.

Wirkung:
Wirken beide Muskeln zugleich, so ziehen sie das Zungenbein nach unten und etwas nach rückwärts; wirkt der Muskel einer Seite allein, so zieht er das Zungenbein nach seiner Seite.

β. Ueber dem Zungenbein.

1. **Zweibäuchiger Kiefermuskel**, musculus digastricus oder musculus biventer maxillae inferioris (Taf. 6; 2_{27}. Taf. 7; 1_3. Taf. 8; 1_3).

Lage:
Der Muskel ist in zwei durch eine Sehne verbundene Bäuche getheilt, von denen der hintere vom obern Theile des Kopfnickers bedeckt ist, während der vordere unter dem breiten Halsmuskel liegt.

Anſätze:
a) Der hintere Bauch im Warzeneinſchnitt des Schläfenbeins.
b) Der vordere Bauch am untern Rande des Kinnes, während die verbindende Sehne durch ein fibröſes Band mit dem Zungenbein verbunden iſt, ſodaß beide Bäuche in einen ſtumpfen Winkel gegeneinander gerichtet ſind.

Wirkung:
Bei fixirtem Unterkiefer ziehen ſie das Zungenbein in die Höhe, während umgekehrt jener vom Oberkiefer abgezogen und ſo der Mund geöffnet wird.

2. Kiefer-Zungenbeinmuskel, musculus mylohyoideus (Taf. 6; 2_{28}, 3_{24}. Taf. 7; 1_4. Taf. 8; 1_4).

Lage:
Ueber dem zweibäuchigen Kiefermuskel, den Boden der Mundhöhle mit bilden helfend.

Anſätze:
a) Die innere gebogene Linie des Unterkiefers.
b) Der Körper des Zungenbeins, an welchen ſich die hintern Faſern anſetzen, während die ſchräg herab und nach innen gehenden Bündel des Muskels beider Seiten ſich in einer geraden, von der Mitte des Unterkiefers bis zum Zungenbein gehenden Linie vereinigen.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein in die Höhe und verengt die Mundhöhle.

3. Kinn-Zungenbeinmuskel, musculus geniohyoideus (Taf. 6; 3_{25}. Taf. 8; 1_5).

Lage:
Ueber dem Kiefer-Zungenbeinmuskel.

Anſätze:
a) Der innere Kinnſtachel.
b) Der obere mittlere Theil des Zungenbeinkörpers.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein nach vorn und in die Höhe.

4. Griffel-Zungenbeinmuskel, musculus stylohyoideus. Hat auf dieſer Tafel nicht zur Darſtellung gelangen können (ſ. Taf. 7, Fig. 1_6).

Lage:
Zum Theil hinter dem hintern Bauche des zweibäuchigen Kiefermuskels, von deſſen die beiden Bäuche vereinigender Sehne ſein vorderer unterer Theil durchbohrt wird.

Anſätze:
a) Der äußere Umfang der Baſis des Griffelfortſatzes.
b) Der äußere Rand des Zungenbeinkörpers.

Wirkung:
Zieht das Zungenbein in die Höhe und etwas nach hinten.

γ. Muskeln der Zunge, des Schlundkopfs, des Gaumens und des Kehlkopfs.

Die hier zu beſchreibenden Muskeln gehören nicht unmittelbar zur hintern Lage der oberflächlichen Schicht der Halsmuskeln, ſie bilden vielmehr ein Syſtem für ſich und ſchließen ſich nur topographiſch den vorgehend erwähnten Halsmuskeln an. Sie gliedern ſich in Muskeln der Zunge, Muskeln des Schlundkopfs, Muskeln des Gaumens und Muskeln des Kehlkopfs.

αα. Muskeln der Zunge.

Die Zunge, lingua oder glossa (Taf. 6; 3_{10}), iſt ein muskulöſer Körper, welcher auf dem Boden der Mundhöhle über den im Vorſtehenden erwähnten Muskeln liegt. Man unterſcheidet an ihr den hinterſten Theil, die Zungenwurzel, radix oder basis linguae, welcher mit dem Zungenbein verbunden iſt, daran ſich anſchließend den Zungenrücken, dorsum linguae, welcher als eine gewölbte Fläche frei in der Mundhöhle liegt, und den vordern Theil, die Zungenſpitze, apex linguae. Weiter hat man an der Zunge die beiden Seitenränder und die untere Fläche, welche letztere zum größten Theil an den Boden der Mundhöhle angewachſen iſt und nach vorn durch eine Falte der Mundſchleimhaut, das Zungenbändchen, frenulum linguae (Taf. 6; 3_{11}), befeſtigt wird.

Auf dem Zungenrücken befinden ſich zahlreiche kleine Erhabenheiten, die Zungen- und Geſchmackswärzchen, papillae linguae, ſowie Schleim- und Balgdrüſen; ferner gehen in die Zunge zahlreiche Blutgefäße und Nerven, von welchen letztern der Zungen-Schlundkopfnerv die Geſchmacksempfindung vermittelt.

Den Hauptbeſtandtheil der Zunge bilden Muskelfaſern, die in verſchiedenen Richtungen verlaufen; darnach unterſcheidet man folgende Muskeln:

1. Längsmuskel der Zunge, musculus lingualis (Taf. 6; 3_{10}).

Lage:
Dieſer Muskel bildet die Hauptmaſſe der Zungenſubſtanz und liegt in der Richtung von der Zungenſpitze zur Zungenwurzel; in ſeinem Verlauf wird er von den Faſern der übrigen Zungenmuskeln durchſetzt.

Wirkung:
Er verkürzt die Zunge.

2. Quermuskel der Zunge, musculus transversus linguae.

Lage:
Die Faſern des Quermuskels kreuzen die des Längsmuskels der Zunge und ſtehen ſomit auf dieſem ſenkrecht.

Anſätze:
Der Quermuskel entſpringt zu beiden Seiten der die Zunge in zwei gleiche Hälften theilenden bindegewebigen Scheidewand, septum linguae, und geht nach den Rändern der Zunge.

Wirkung:
Er nähert bei ſeinem Zuſammenziehen die beiden Seitenränder der Zunge, ſodaß dieſelbe ſich verſchmälert.

3. Zungenbein-Zungenmuskel, musculus hyoglossus. (Hat auf dieſer Tafel nicht dargeſtellt werden können, ſ. deshalb Taf. 7; 1_5 und Taf. 8; 1_7, 2_3.)

Lage:
Unmittelbar über dem Kiefer-Zungenbeinmuskel.

Anſätze:
a) Der Körper ſowie das große und kleine Horn des Zungenbeins, nach welchen verſchiedenen Anſätzen man einen musculus baseoglossus, keratoglossus und chondroglossus unterſcheidet.

b) Geht nach der Zungenwurzel, woselbst er sich mit dem Längsmuskel der Zunge verwebt.

Wirkung:
Zieht die Zunge abwärts und etwas nach hinten.

Kinn-Zungenbeinmuskel, musculus genio-glossus (Taf. 6; 3_{20} und Taf. 8; 1_6, 2_2).

Lage:
Unmittelbar unter der Zunge.

Ansätze:
a) Der innere Kinnstachel.
b) Geht zur Zungenwurzel und verschmilzt mit dem Längsmuskel der Zunge.

Wirkung:
Zieht die Zunge nach vorwärts.

Griffel-Zungenmuskel, musculus styloglossus (s. Taf. 8; 2_1).

Lage:
Hinter dem Griffel-Zungenbeinmuskel, zur Seite des Zungenbein-Zungenmuskels.

Ansätze:
a) Die Spitze des Griffelfortsatzes.
b) Der Zungenrand, in dem er sich verliert.

Wirkung:
Zieht die Zunge nach hinten und in die Höhe.

ββ. Muskeln des Schlundkopfes.

Der Schlundkopf, pharynx (Taf. 6; 3_{16}. Taf. 9; 1), ist ein länglicher muskulöser Sack, welcher vor den obern Halswirbeln liegt und nach vorn mit der Nasen- und Mundhöhle, sowie mit dem Kehlkopf in Verbindung steht. Nach oben setzt er sich an die Basis des Schädels, seitlich an die flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins, an den Unterkiefer, das Zungenbein und an den Kehlkopf. Durch die hintere Nasenöffnung, choanae narium, steht er mit der Nasenhöhle, durch die Rachenenge, isthmus faucium (Taf. 6; 3_{18}), mit der Mundhöhle in Verbindung. Der hintere, der Wirbelsäule und der Basis des Schädels zugekehrte Theil heißt der Rachen, fauces.

Der Schlundkopf besteht vorzugsweise aus Muskelfasern, welche den Schlundkopfschnürer, musculi constrictores pharyngis, bilden. Derselbe läßt sich in drei Abtheilungen sondern; den obern, mittlern und untern Schlundkopfschnürer, constrictor pharyngis superior (Taf. 8; 2_4), medius und inferior. An letztern setzt sich unmittelbar die Speiseröhre oder der Schlund, oesophagus (Taf. 6; 3_{19}), an, ein muskulöser Kanal, der von dem sechsten Halswirbel beginnt und hinter der Luftröhre zum Magen herabsteigt; derselbe besteht aus einer muskulösen Längs- und Ringfaserschicht, welche wie der Schlundkopf mit Schleimhaut ausgekleidet ist.

Erwähnen wollen wir nur noch den Griffel-Schlundkopfmuskel, musculus stylo-pharyngeus oder levator pharyngis, welcher vom Griffelfortsatz des Schläfenbeins zum obern und mittlern Theil des Schlundkopfes geht und denselben in die Höhe zieht.

γγ. Muskeln des Gaumens.

Der Gaumen, palatum, zerfällt in den harten oder knöchernen Gaumen, palatum durum, welchen wir bereits bei Betrachtung der Knochen behandelt haben, und in den weichen Gaumen, das Gaumensegel, oder den Gaumenvorhang, palatum molle oder mobile, auch velum palatinum (Taf. 6; 3_1. Taf. 9; 11'). Derselbe hängt vom hintern Rande des harten Gaumens schräg nach hinten herab und wird an der obern Fläche von der Nasen-, an der untern Fläche aber von der Mundschleimhaut gebildet, zwischen welchen Schleimhautplatten mehrere Muskeln liegen.

In der Mitte vom Gaumensegel hängt das Zäpfchen, uvula (Taf. 6; 3_{13}. Taf. 9; 11) herab, in welchem der Zäpfchenmuskel, musculus azygos uvulae, eingebettet liegt. Derselbe setzt sich an den hintern Nasenstachel und verliert sich in der Spitze des Zäpfchens. Er verkürzt das Zäpfchen, krümmt es und zieht es in die Höhe.

Auf jeder Seite des Zäpfchens befinden sich zwei nach abwärts gehende bogenförmige Falten, die Gaumenbögen, arcus palatini (Taf. 6; 3_{15}, 3_{16}), welche die Rachenenge, isthmus faucium (Taf. 6; 3_{18}), bilden. Der vordere der Bogen hängt mit der Zungenwurzel zusammen und bildet den Zungen-Gaumenbogen, arcus glosso-palatinus (Taf. 6; 3_{15}), in welchem der Zungen-Gaumenmuskel, musculus glosso-palatinus oder constrictor isthmi faucium (Taf. 9; 1_1), liegt; derselbe geht vom seitlichen Rande der Zungenwurzel aus im Bogen nach dem Zäpfchen hin und zieht den weichen Gaumen gegen die Zunge herab, wobei er zugleich den Rachen verengt. Der hintere Bogen, der Schlundkopf-Gaumenbogen, arcus pharyngo-palatinus (Taf. 6; 3_{16}), enthält den Rachenschnürer oder Schlundkopf-Gaumenmuskel, musculus pharyngo-palatinus (Taf. 9; 1_2), welcher von der seitlichen Wand des Schlundkopfes ausgehend sich gleichfalls zwischen den Platten des weichen Gaumens verbirgt und denselben herabzieht.

Nur dem Namen nach erwähnen wir hier noch den Gaumenheber, musculus levator palati mollis, und den Gaumenspanner, musculus circumflexus oder tensor palati mollis, deren Wirkung schon aus dem Namen erkennbar ist, und welche von der Eustachischen Trompete, deren Oeffnung Taf. 6; 3_{17} sichtbar ist, sowie ersterer auch noch von dem Felsentheile des Schläfenbeins, letzterer dagegen von der Spina angularis des Keilbeins herab zum weichen Gaumen gehen und sich daselbst zwischen den Schleimhautplatten verlieren, nachdem sich der Gaumenspanner zuvor um den Haken der innern Platte der flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins geschlungen hat.

Zwischen den Gaumenbögen liegen die Mandeln, tonsillae, und zwar eine rechte (Taf. 6; 3_{12}. Taf. 9; 11) und eine linke. Dieselben sind drüsige Organe von plattrundlicher Gestalt und bestehen aus Bindegewebe und sogenannten geschlossenen Follikeln, sowie Blutgefäßen und Nerven.

δδ. Muskeln des Kehlkopfes.

Der Kehlkopf, larynx, auch organon vocis (Taf. 6; 3X, 3Y, 3Y', sowie Taf. 8; 2G, 2H und Taf. 9; 1M, 1N, 1O), bildet den obersten Theil der Luftröhre und liegt in der Mitte des vordern Theils des Halses, zwischen dem Zungen- und Brustbein, vor dem untern Theile des Schlundkopfes, vom vierten bis sechsten Halswirbel. Er wird von sieben Knorpeln gebildet, die durch Bänder miteinander verbunden sind und durch Muskeln bewegt werden können. In der Höhle derselben befinden sich die Stimmbänder, welche die Stimmritze bilden, die durch den Kehldeckel geschlossen wird.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind:

1. Der Schildknorpel, cartilago thyreoidea (Taf. 6; 3Y. Taf. 8; 1C, 2G. Taf. 9; 1M), ist der größte der Knorpel des Kehlkopfes, dessen Hauptheil, die vordere und seitliche Wand, er einnimmt. Er ist aus zwei länglich viereckigen, nach unten etwas schmälern Hälften gebildet, die vorn von der Mittellinie, in welcher sie unter einem stumpfen, etwas ab-

gerundeten Winkel zusammenstoßen, dessen hervorragendster Theil der Adamsapfel, pomum Adami, heißt, schräg nach hinten und außen gehen. An der äußern convexen Fläche jeder Hälfte befindet sich die schiefe Linie, linea obliqua, an welche sich der Brustbein-Schildknorpel- und Zungenbein-Schildknorpelmuskel ansetzen. An der innern concaven Seite des Kehlkopfs sind der Kehldeckel und die Stimmritzenbänder befestigt. Der obere Rand des Schildknorpels, welcher gegen das Zungenbein gerichtet ist, hat in seiner Mitte einen Einschnitt, den Schildknorpeleinschnitt, incisura thyreoidea, von welchem der obere Rand bogenförmig nach hinten und außen geht. Der untere Rand sieht gegen den Ringknorpel. Die beiden seitlichen Ränder, welche den Schildknorpel nach hinten begrenzen, laufen oben und unten in eine zapfenförmige Verlängerung aus, in die obern längern und untern kürzern dickern Hörner, cornua superiora oder majora und cornua inferiora oder minora.

2. Der Ringknorpel, cartilago cricoidea oder annularis (Taf. 6; 3Y'. Taf. 8; 2H. Taf. 9; 1N), hat die Gestalt eines Siegelringes, dessen vordere, niedrigere Hälfte, den Bogen, arcus, des Ringes darstellt, während der hintere höhere Theil das Schild oder die Platte, lamina, desselben bildet. Der Bogen, mit der convexen Seite nach vorn gekehrt, liegt unter dem untern Rande des Schildknorpels. An jeder Seite befindet sich eine flache Gelenkgrube für die untern Hörner des Schildknorpels. Die Platte des Ringknorpels ist nach hinten gekehrt, wo sie den Kehlkopf begrenzen hilft und nach oben sich zwischen die hintern Ränder des Schildknorpels einschiebt. Auf dem obern Rande der Platte befinden sich zwei Gelenkflächen für die Gießkannenknorpel. Der untere Rand des Ringknorpels hängt mit der Luftröhre zusammen.

3. Die Gießkannenknorpel, cartilagines arytaenoideae oder pyramidales, zwei Stück, sitzen auf dem obern Rande der Platte nebeneinander und bilden die hintere Wand des Kehlkopfes. Sie haben die Gestalt einer dreiseitigen, nach hinten gekrümmten und mit der Spitze nach oben stehenden Pyramide; sie sind durch eine schmale Spalte voneinander getrennt und tragen an der vordern Ecke der Basis den Stimmbandfortsatz, processus vocalis, an der äußern Ecke der Basis aber den Muskelfortsatz, processus muscularis.

4. Die Santorinischen Knorpel, cartilagines oder corpuscula, auch cornicula Santoriniana, sind zwei kleine dreieckige Knöpfchen, die sich an die Spitzen der Gießkannenknorpel ansetzen.

5. Der Kehldeckel, epiglottis (Taf. 6; 3X. Taf. 9; 1O), ist eine dünne, herzförmige und sattelförmig gekrümmte Knorpelplatte, welche, an der concaven Seite des Schildknorpelwinkels mit ihrer Spitze befestigt, in aufrechter und etwas schräg nach hinten gerichteter Stellung dicht unter der Zungenwurzel hinter dem Schildknorpel und Zungenbein ihre Lage hat und einen aufstehenden Deckel über der Höhle des Kehlkopfes bildet, dessen freier oberer Rand gebogen und in seiner Mitte etwas ausgeschnitten ist.

Von den zahlreichen Bändern erwähnen wir nur die auf unsern Abbildungen sichtbaren; es sind:

1. Das Zungenbein-Schildknorpelband, ligamentum hyo-thyreoideum (Taf. 6; 3_3. Taf. 8; 2N. Taf. 9; 1S), füllt den Raum zwischen Schildknorpel und Zungenbein aus und heißt dann auch mittleres Zungenbein-Schildknorpelband, ligamentum hyo-thyreoideum medium, im Gegensatz zu den beiden seitlichen Zungenbein-Schildknorpelbändern, ligamenta hyo-thyreoidea lateralia, welche von den obern Hörnern des Schildknorpels als etwas stärkere Stränge zu den Knöpfchen der großen Hörner des Zungenbeins gehen.

2. Das Zungenbein-Kehldeckelband, ligamentum hyo-epiglotticum (Taf. 6; 3_3), welches von der hintern Fläche des Zungenbeinkörpers zur vordern Fläche des Kehldeckels geht.

3. Das Schildknorpel-Kehldeckelband, ligamentum thyreo-epiglotticum (Taf. 9; 1T), welches von der hintern Fläche des Schildknorpels zur vordern Fläche des Kehldeckels geht.

4. Das Ring-Schildknorpelband, ligamentum crico-thyreoideum (Taf. 8; 2P. Taf. 9; 1U), füllt den Raum zwischen dem untern Rand des Schildknorpels und dem obern des Bogens des Ringknorpels aus und heißt dann auch mittleres Ring-Schildknorpelband, ligamentum crico-thyreoideum medium, während die Kapselbänder, welche die untern Hörner des Schildknorpels mit der Gelenkfläche des Bogens des Ringknorpels verbinden, als seitliche Ring-Schildknorpelbänder, ligamenta crico-thyreoidea lateralia, bezeichnet werden.

5. Die Stimmbänder oder Stimmritzenbänder, ligamenta glottidis oder ligamenta vocalia (Taf. 6; 3_7), sind der Zahl nach vier, welche zwischen der hintern Fläche des Schildknorpels und der vordern des Gießkannenknorpels ausgespannt sind. Die Stimmbänder bilden je zwei Paare, und zwar:

a) Die obern Stimmbänder, auch falsche Stimmbänder genannt, ligamenta thyreo-arytaenoidea superiora oder auch ligamenta glottidis spuria. Sie liegen unmittelbar unter dem Kehldeckel und gehen von der innern Fläche des Winkels des Schildknorpels sich etwas voneinander entfernend rück- und auswärts zum Stimmfortsatz des Gießkannenknorpels.

b) Die untern Stimmbänder, auch wahre Stimmbänder genannt, ligamenta thyreo-arytaenoidea inferiora oder ligamenta glottidis vera, liegen unter den vorigen und haben dieselben Befestigungspunkte, nur ein wenig tiefer als diese.

Zwischen den Stimmbändern der rechten und der linken Seite bleibt eine längliche Spalte, die Stimmritze, glottis oder rima glottidis, welche vorn enger und hinten weiter ist, und verengt und erweitert werden kann.

Zwischen den obern und untern Stimmbändern befindet sich auf jeder Seite eine Ausbeugung der Schleimhaut, welche Morgagni'sche Tasche, ventriculus Morgagni, genannt wird.

Was die Muskeln des Kehlkopfes betrifft, so sind außer denen, welche die Lage des ganzen Larynx verändern und die wir schon bei der hintern Lage der oberflächlichen Schicht der Halsmuskeln betrachtet haben, noch Muskeln vorhanden, welche die einzelnen Knorpel des Kehlkopfes bewegen. Die Lage dieser dem Kehlkopf eigenthümlichen Muskeln, musculi proprii laryngis, geht schon aus deren Namen hervor, sodaß wir sie hier nur aufzählen wollen, zumal sie nicht zur Darstellung haben gelangen können. Es sind:

1. Die Ring-Schildknorpelmuskeln, musculi crico-thyreoidei.
2. Die hintern Ring-Gießkannenknorpelmuskeln, musculi crico-arytaenoidei postici.
3. Die seitlichen Ring-Gießkannenknorpelmuskeln, musculi crico-arytaenoidei laterales.
4. Die Schild-Gießkannenknorpelmuskeln, musculi thyreo-arytaenoidei.
5. Die schiefen Gießkannenknorpelmuskeln, musculi arytaenoidei obliqui.

6. Die Gießkannenknorpel-Kehldeckelmuskeln, musculi arytaenoidei-epiglottici.

7. Der quere Gießkannenknorpelmuskel, musculus arytaenoideus transversus, geht vom äußern Rand des einen Gießkannenknorpels quer zum äußern Rand des andern Gießkannenknorpels.

8. Die Schildknorpel-Kehldeckelmuskeln, musculi thyreo-epiglottici.

An der vordern Seite des Halses, unterhalb der Mitte des Schildknorpels, liegt auch die Schilddrüse, glandula thyreoidea (Taf. 6; 3_{20}. Taf. 7; 1_1. Taf. 8; 1T); sie bedeckt den Bogen des Ringknorpels sowie das obere Ende der Luftröhre von vorn und von der Seite. Sie besteht aus zwei Hörnern oder Seitenlappen, cornu oder cornua, welche durch einen schmälern Theil am isthmus glandulae thyreoideae miteinander verbunden werden.

Vom Kehlkopf gehen Bänder zur Schilddrüse, die Aufhängebänder der Schilddrüse, ligamenta suspensoria glandulae thyreoideae (Taf. 8; 1P).

Unmittelbar an den Kehlkopf stößt die Luftröhre, trachea oder arteria aspera (Taf. 6; 3Z. Taf. 8; 1D, 2J. Taf. 9; 1P'). Dieselbe besteht aus 17 bis 20 übereinander liegenden halbmondförmigen Knorpeln, die durch elastische Fasern sowie durch eine Muskel- und Schleimhaut zu einer Röhre zusammengefügt werden, welche an ihrem vordern Umfange gewölbt ist, an der hintern Seite aber platt durch eine Membran (Taf. 9; 1V) geschlossen wird und vor den Körpern des sechsten bis achten Halswirbels liegt. Dicht hinter der Luftröhre befindet sich die Speiseröhre, oesophagus (Taf. 6; 3_{19}), die aber in der Gegend des siebenten Halswirbels etwas nach links neben der Luftröhre hervorsieht. Der oberste Knorpel der Luftröhre wird durch das Ring-Luftröhrenband, ligamentum cricotracheale, mit dem Ringknorpel des Kehlkopfs verbunden. Das untere Ende spaltet sich vor dem Körper des dritten Brustwirbels (vgl. Taf. 9; 1) in zwei Aeste, Luftröhrenäste, bronchi.

Die einzelnen C-förmigen Knorpel der Luftröhre heißen Luftröhrenringe, annuli cartilaginei tracheae (Taf. 6; 3Z. Taf. 8; 1D, 27), und sind die untern an ihren Enden oft gespalten.

B. Tiefe Schicht der Halsmuskeln.

Die tiefen Halsmuskeln lassen sich in zwei Gruppen trennen, in solche, welche an der vordern Fläche der Halswirbel, und solche, welche an der Seite der Halswirbel liegen.

a) Tiefe Halsmuskeln an der vordern Fläche der Halswirbel.

1. Langer Halsmuskel, musculus longus colli (Taf. 9; 1_8).

Lage:
An der vordern Fläche der Hals- und obersten Brustwirbel.

Ansätze:
a) Die innerste Portion entspringt vom Körper des dritten Brustwirbels, erhält Verstärkungsfasern von den höher gelegenen Wirbeln und endet am Körper des Umdrehers.
b) Die unterste äußere Portion entspringt seitlich vom Körper des zweiten und dritten Halswirbels und geht zum vordern Rande der Querfortsätze der zwei bis drei letzten Halswirbel.
c) Die obere äußere Portion entspringt vom Querfortsatz des dritten und vierten Halswirbels und geht zum tuberculum anticum des Trägers.

Wirkung:
Ziehen sich alle drei Portionen des Muskels zu gleicher Zeit zusammen, so beugen sie die Halswirbelsäule und mit ihr den Kopf nach vorn.

2. Der vordere größere gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis anticus major.

3. Der vordere kleine gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis anticus minor.

Diese beiden Muskeln liegen nach außen am langen Halsmuskel und unterstützen denselben in seiner Wirkung.

b) Tiefe Halsmuskeln an der Seite der Halswirbel.

1. Der seitliche gerade Kopfmuskel, musculus rectus capitis lateralis.

Liegt zwischen dem Querfortsatze des Trägers und dem Hinterhauptsbein.

2. Vorderer Rippenhalter, musculus scalenus anticus (Taf. 6; 1_{23}, 2_{23}, 3_{27}. Taf. 7; 1_{11}, 2_3. Taf. 8; 1_{10}).

Lage:
An der Seite des Halses.

Ansätze:
a) Die vordere Seite der Enden der Querfortsätze des dritten bis sechsten Halswirbels.
b) Der obere Rand der ersten Rippe.

Wirkung:
Ist die Wirbelsäule festgestellt, so zieht er die erste Rippe in die Höhe, umgekehrt beugt er den Hals nach seiner Seite, oder macht ihn gerade, wenn er nach der andern Seite gebeugt ist.

3. Mittlerer Rippenhalter, musculus scalenus medius (Taf. 6; 2_{23}. Taf. 7; 1_{11}, 2_3. Taf. 8; 1_{11}).

Lage:
Hinter dem vordern Rippenhalter, von welchem er durch die Schlüsselbeinschlagader und das Armnervengeflecht, die zwischen beiden Muskeln hindurchgehen, getrennt wird.

Ansätze:
a) Der hintere Höcker der Querfortsätze aller sieben Halswirbel.
b) Der obere Rand der ersten Rippe.

Wirkung:
Ganz die des vorigen Muskels.

4. Hinterer Rippenhalter, musculus scalenus posticus (Taf. 6; 2_{23}).

Lage:
Hinter dem mittlern Rippenhalter.

Ansätze:
a) Der hintere Höcker der Querfortsätze des fünften bis siebenten Halswirbels.
b) Der hintere Theil der zweiten Rippe.

Wirkung:
Hebt die zweite Rippe in die Höhe, oder beugt den Hals nach seiner Seite.

III. Schultermuskeln.

Die auf dieser Tafel dargestellten Schultermuskeln werden bei den Muskeln der obern Extremität auf Tafel 13 besprochen, siehe deshalb wegen des

1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 6, 1_{26}), S 114;
2. Untergrätenmuskels, musculus infraspinatus (Taf. 6; 2_{21}), S 114;

IV. Nackenmuskeln.

Die Erklärung der Nackenmuskeln dieſer Tafel befindet ſich bei der der Rückenmuskeln auf Taf. 9, ſiehe deshalb wegen des

1. Kappenmuskels, musculus cucullaris (Taf. 6; 1_{19}), S 92;
2. Bauſchmuskels des Kopfes, musculus splenius capitis (Taf. 6; 1_{20}, 2_{19}), S 93;
3. Bauſchmuskels des Halſes, musculus splenius colli (Taf. 6; 1_{21}, 2_{20}), S 93;
4. zweibäuchigen Nackenmuskels, musculus biventer cervicis (Taf. 6; 2_{18}), S 93;
5. Schulterblatthebers, musculus levator anguli scapulae (Taf. 6; 1_{22}, 2_{21}), S 93;
6. kleinen Rückenmuskels, musculus rhomboideus minor (Taf. 6; 2_{22}), S 93.

Blutgefäße des Halſes und Kopfes.

Es iſt hier unmöglich und würde dem Zwecke dieſer Blätter durchaus nicht entſprechen, wenn wir alle einzelnen Blutgefäße aufzählen und namhaft machen wollten; wir beſchränken uns deshalb nur auf die vorzüglichern und heben nur die hervor, die auf den Tafeln ſichtbar und zur Anſchauung gelangt ſind.

I. Pulsadern.

Sämmtliche Gefäße des Halſes und Kopfes gehen aus den drei Pulsadern hervor, welche im Bogen der großen Körperpulsader, arcus aortae (Taf. 6; 3a. Taf. 8; 2a. Taf. 9; 1a), ihren Urſprung haben.

Es ſind dies:

1. Die ungenannte Pulsader, arteria anonyma oder innominata (Taf. 6; 3b. Taf. 8; 1a, 2b. Taf. 9; 1c), welche ſich in zwei Zweige theilt, in
   a) die rechte gemeinſchaftliche Kopfſchlagader, arteria carotis communis dextra (Taf. 7; 1a. Taf. 8; 1b. Taf. 9; 1d), und in
   b) die rechte Schlüſſelbeinpulsader, arteria subclavia dextra (Taf. 8; 1d. Taf. 9; 1e).
2. Die linke gemeinſchaftliche Kopfſchlagader, arteria carotis communis sinistra (Taf. 8; 1c, 2c. Taf. 9; 1m).
3. Die linke Schlüſſelbeinpulsader, arteria subclavia sinistra (Taf. 6; 2d. Taf. 7; 2c. Taf. 8; 1e, 2d. Taf. 9; 1n).

Die gemeinſchaftliche Kopfſchlagader.

Die gemeinſchaftliche Kopfſchlagader, arteria carotis communis, entſpringt, wie wir geſehen haben, rechts aus der ungenannten Pulsader, links unmittelbar aus dem Bogen der Aorta. Sie theilt ſich in zwei Aeſte, in:

I. Die äußere Kopfpulsader, carotis externa oder facialis (Taf. 6; 1a, 2a. Taf. 7; 1b), und in
II. Die innere Kopfpulsader, carotis interna oder cerebralis (Taf. 6; 2b, 3c, 5_{13}. Taf. 7; 1c, 2a).

I. Zweige der äußern Kopfpulsader:

1. Obere Schilddrüſenpulsader, arteria thyreoidea superior (Taf. 6; 2c. Taf. 7; 1d. Taf. 8; 1f).
2. Zungenpulsader, arteria lingualis (Taf. 6; 1d. Taf. 7; 1e. Taf. 8; 1g).
3. Antlitzpulsader, arteria maxillaris externa oder facialis (Taf. 6; 2e. Taf. 7; 1f. Taf. 8; 1h).

Letztgenannte Pulsader gibt wieder folgende bemerkenswerthe Zweige ab:

a) Die Unterkinnpulsader, arteria submentalis (Taf. 6; 2f).
b) Die Kranzpulsadern der Lippen, arteriae coronariae labiorum (Taf. 6; 1b, 2g), und dieſe ſind wieder eine
   α) Kranzpulsader der Unterlippe, arteria coronaria labii inferioris oder arteria labialis inferior, und
   β) Kranzpulsader der Oberlippe, arteria coronaria labii superioris.
c) Die Augenwinkel-Pulsader, arteria angularis oder nasalis lateralis (Taf. 6; 1i, 2h).
d) Die Hinterhauptspulsader, arteria occipitalis (Taf. 6; 1d, 2i).
e) Die hintere Ohrpulsader, arteria auricularis posterior (Taf. 6; 1e, 2k).
f) Die Schläfenpulsader, arteria temporalis (Taf. 6; 1f, 2l).

Aus dieſer gehen hervor die Zweige:

α) Die quere Antlitzpulsader, arteria transversa faciei (Taf. 6; 1g, 2m).
β) Der Stirnzweig oder vordere Zweig, ramus frontalis oder anterior (Taf. 6; 1h, 2h).
γ) Der Hinterhaupts- oder hintere Zweig, ramus occipitalis oder posterior (Taf. 6; 1i, 2o).

g) Die innere Kieferpulsader, arteria maxillaris interna (Taf. 6; 2p).

II. Zweige der innern Kopfpulsader:

1. Augenpulsader, arteria ophthalmica (Taf. 6; 3e, 4_{18}, 6_{14}).

Dieſe gibt wiederum folgende bemerkenswerthe Aeſte ab:

a) Die Thränenpulsader, arteria lacrymalis (Taf. 6; 4_{14}).
b) Die Oberaugenhöhlenpulsader, arteria supra-orbitalis (Taf. 6; 4_{13}).
c) Die Stirnpulsader, arteria frontalis (Taf. 6; 1k, 2q).

2. Balkenpulsader, arteria corporis callosi (Taf. 6; 3f).

Die Schlüſſelbeinpulsader.

Die Schlüſſelbeinpulsader entſpringt rechts mit der rechten gemeinſchaftlichen Kopfſchlagader aus der ungenannten Pulsader, links direct aus dem Aortenbogen und gibt folgende beachtenswerthe Zweige ab:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 9; 1f).

Dieſelbe geht durch das große Hinterhauptsloch in den Schädel, wo auf dem Grundtheile des Hinterhauptbeins ſich die der einen Seite mit der der andern zur arteria basilaris (Taf. 6; 3d) verbindet.

2. Oberflächliche Nackenpulsader, arteria cervicalis superficialis (Taf. 6; 2s).
3. Quere Schulterblattpulsader, arteria transversa scapulae (Taf. 6; 2r).

II. Blutadern.

Die Blutadern, venae, entſtehen aus den feinſten Enden der Pulsadern, den Haargefäßen, vereinigen dieſelben zu immer größern Stämmen zuſammen. Die Blutadern des Kopfes und Halſes ſind ſämmtlich in der obern Hohlvene, vena cava superior oder descendens (Taf. 6; 3g), vereinigt.

Dieſe wird wiederum zuſammengeſetzt aus den beiden gemeinſchaftlichen Droſſelvenen, venae anonymae oder venae jugulares communes (Taf. 6, 7. Taf. 8; 1o).

Zweige derſelben ſind:

1. Die innere Droſſelader, vena jugularis interna (Taf. 7; 1k, 2d. Taf. 8; 1p), welche gebildet wird aus:

a) der gemeinschaftlichen Gesichtsblutader, vena facialis communis oder vena cephalica anterior, auch vena cephalica externa.

Diese setzt sich wiederum zusammen aus:

α) der vordern Gesichtsvene, vena facialis anterior (Taf. 6; 1l),

β) der hintern Gesichtsvene, vena facialis posterior (Taf. 6; 1m), die ihren Ursprung nimmt aus:

αα) der oberflächlichen Schläfenvene, vena temporalis superficialis (Taf. 6; 1n), und

ββ) der tiefern Schläfenvene, vena temporalis profunda (Taf. 6; 1o).

b) der innern Kopfvene, vena jugularis cerebralis, auch cephalica posterior oder interna.

Dieselbe nimmt ihren Ursprung im foramen jugulare des Hinterhauptsbeins und entsteht unmittelbar aus dem Querblutleiter, sinus transversus (Taf. 6; 3i), der harten Hirnhaut. Derselbe liegt im sulcus transversus des Hinterhauptsbeins und im hintern Rande des Hirnzeltes, tentorium cerebelli.

In den Querblutleiter ergießen sich:

1. Der obere Längen- oder Sichelblutleiter, sinus longitudinalis superior (Taf. 6; 3b), welcher im sulcus longitudinalis und obern Rande der großen Hirnsichel, falx cerebri, liegt, und

2. der Zeltblutleiter, sinus quartus oder perpendicularis, mit dem untern Längeblutleiter, sinus longitudinalis inferior (Taf. 6; 3m). Das hintere Ende des Zeltblutleiters ergießt sich in den Querblutleiter, an welcher Stelle eine Erweiterung des Gefäßes stattfindet, welche die Presse des Herophilus, dorcular Herophili (Taf. 6; 3k), genannt wird.

Noch zu erwähnen ist hier: 1) Die Gehirn-Augenvene, vena ophthalmica cerebralis (Taf. 6; 4_{16}, 6_{15}), welche der Augenpulsader entspricht, durch die obere Augenhöhlenspalte in den Schädelraum tritt und sich dann in den Zeltblutleiter der harten Hirnhaut ergießt. 2) Die äußere Drosselader, vena jugularis externa oder superficialis (Taf. 6; 1q. Taf. 7; 1e), in welche sich der Hinterhauptsast, ramus occipitalis, ergießt. 3) Die äußere vordere Drosselader, vena jugularis externa anterior (Taf 7; 1m), welche sehr variabel ist, und sich auch in die äußere Drosselader ergießt. 4) Die Schlüsselbeinvene, vena subclavia (Taf. 6; 2n), sie ist die Fortsetzung der Achselvene, vena axillaris, in welche sich die Speichenhautvene, vena cephalica oder vena cutanea radialis (Taf. 6; 1p), ergießt.

Gehirn und Nerven des Kopfes und Halses.

I. Das Gehirn.

Das Gehirn, encephalon, ist in der Schädelhöhle, welche es ausfüllt, sodaß die Erhabenheiten und Vertiefungen des Gehirns an der innern Lamelle der Schädelknochen im Abdruck erscheinen, eingeschlossen, und von drei Häuten, den Hirnhäuten, überzogen.

Die Hirnhäute, tunicae oder velamenta cerebri, stellen drei ineinandergesteckte Säcke dar, welche zusammen das Gehirn umgeben und am großen Hinterhauptsloche sich in den Rückgratskanal erstrecken und daselbst das Rückenmark in derselben Weise, wie das Gehirn umgeben.

Die drei Hirnhäute sind:

1. Die harte Hirnhaut, dura mater cerebri oder meninx fibrosa (Taf. 6; 3_3), und die harte Rückenmarkshaut, dura mater medullae spinalis (Taf. 6; 3_4). Sie bilden einen fibrösen Sack für Gehirn und Rückenmark, der nur von durchgehenden Gefäßen und Nerven durchbohrt wird, und für den Schädel zugleich die innere Knochenhaut, das pericranium internum, darstellt. An einigen Stellen bildet die harte Hirnhaut doppelte Blätter, welche längliche, plattrunde und dreieckige Lücken zwischen sich lassen, welche venöses Blut führende Kanäle, die sogenannten von uns schon oben angeführten Blutleiter, sinus durae matris (Taf. 6; 3i, 3k, 3l, 3m), darstellen.

2. Die Spinnwebenhaut, tunica arachnoidea oder meninx serosa. Sie ist die mittlere der drei das Gehirn umgebenden Häute, zarter und durchsichtiger als die harte Hirnhaut, und geht am großen Hinterhauptsloch ohne Unterbrechung in die Spinnwebenhaut des Rückenmarks, tunica arachnoidea spinalis, über. An der Außenfläche der Spinnwebenhaut befindet sich ein einfaches Pflasterepithel, das sich auf die innere Fläche der harten Hirnhaut fortsetzt, zwischen welchen beiden Häuten sich eine mäßige Menge seröser Flüssigkeit befindet.

3. Die weiche Hirn- oder Gefäßhaut, pia mater oder meninx vasculosa, die dünnste, feinste und innerste der drei Hirnhäute. Sie ist überaus reich an Blutgefäßen, liegt der Oberfläche des Gehirns unmittelbar auf, in dessen Vertiefungen, Spalten und Hüllen sie eindringt, und in welchen letztern sie die sogenannten Aderhautgeflechte, plexus chorioidei, bildet, von denen eine (Taf. 6; 3_7) sichtbar ist.

Das Gehirn, encephalon, selbst theilt man in drei Abschnitte, das große Gehirn, cerebrum, das kleine Gehirn, cerebelum, und in das Mittelgehirn, mesencephalon, ein.

1. Das große Gehirn.

Das große Gehirn, cerebrum (Taf. 6; 3_5), füllt den größten Theil der Schädelhöhle aus, und nimmt den ganzen obern gewölbten Theil ein. Es wird von oben her durch eine in der Mitte verlaufende tiefe Längenspalte, fissura longitudinalis cerebri, welche auf unserer Tafel in Fig. 3 mit dem Durchschnitt zusammenfällt und bis zu den Balken, corpus callosum (Taf. 6; 3_ξ), reicht, in zwei gleiche Seitenhälften, die beiden Hemisphären, hemisphaera cerebri, von denen unsere Tafel, Fig. 3_5, die rechte Hemisphäre, hemisphaera dextra, zeigt, getheilt. Die Hemisphären bestehen hauptsächlich aus dem Hirnstiele, pedunculus cerebri, sowie den Hirnganglien, der markigen weißen Centralmasse und aus der grauen Substanz, welche sich an der Oberfläche ausbreitet. Jede Hemisphäre hat in ihrem Innern eine seitliche Höhle, ventriculus lateralis.

Der Hirnschenkel oder die Hirnstiele, crura oder pedunculi cerebri, sind zwei rundliche Stränge, welche vom obern Rande der Brücke, pons (Taf. 6; 3_α) sich divergirend schräg nach oben, vorn und außen, zu den Großhirnhemisphären erstrecken.

Die Hirnganglien werden gebildet aus dem Streifenhügel und dem Sehhügel.

Der Streifenhügel oder gestreifte Körper, corpus striatum, auch ganglion cerebri anterius (Taf. 6; 3_u), ist ein dicker Körper, bestehend aus abwechselnden Lagen grauer und weißer Nervensubstanz, der den Boden des Seitenventrikels auf jeder Seite bilden hilft.

Der Sehhügel, thalamus nervi optici oder ganglion cerebri posterius (Taf. 6; 3_σ), ist wie der vorige paarig, liegt hinter dem Streifenhügel und sieht mit seiner obern gewölbten Fläche in den Seiten-

ventrikel. Der untere Theil der innern und senkrecht liegenden Fläche des Sehhügels bildet die Seitenwand des dritten Ventrikels.

Die dritte Hirnhöhle, ventriculus tertius cerebri (Taf. 6; 3ψ), ist eine schmale, nach hinten sich etwas erweiternde, in der Mittellinie des großen Gehirns zwischen den beiden Sehhügeln liegende Spalte, die daher auf unserer Figur auch gerade in den Durchschnitt fällt.

Die Seitenventrikel, ventriculi laterales, in jeder Hemisphäre des großen Gehirns befindlich, sind durch eine Scheidewand, die durchsichtige Wand, septum pellucidum, und das Gewölbe, fornix, voneinander geschieden, und stehen nur durch eine halbmondförmige Lücke, das Monroische Loch, foramen Monroi, (Taf. 6; 3ρ), untereinander und mit dem dritten Ventrikel in Verbindung.

Die Hauptmasse der Hemisphären besteht aus der weißen Centralsubstanz, die von der grauen Nervensubstanz, welche in darmähnlichen Windungen, mit mehr oder minder tiefen Einschnitten die Oberfläche des großen Gehirns bildet, überdeckt wird.

In der Mittellinie zwischen beiden Hemisphären befinden sich mehrere unpaare Theile des Gehirns, von denen wir den Balken erwähnen.

Der Balken, corpus callosum trabs cerebri, auch commissura magna (Taf. 6; 3ξ), ist ein länglicher, platter, weißer, aus Querfasern zusammengesetzter Körper, welcher sich von vorn nach hinten erstreckt und die Längenspalte des Gehirns nach unten begrenzt. Man unterscheidet am Balken drei Theile: den Körper oder Stamm, truncus corporis callosi, welcher den mittlern Theil bildet, ferner das Balkenknie, genu corporis callosi (Taf. 6; 3π), das vordere Ende, welches sich umrollt und in den nach unten und hinten gerichteten Balkenschnabel übergeht, und drittens den Balkenwulst, splenium corporis callosi, welche das hintere, freie und dicke Ende des Balkens bildet, welches nach unten auf den beiden Schenkeln des Gewölbes, fornix, aufliegt und die Vierhügel sammt der Zirbeldrüse bedeckt. Nach hinten stößt der Balkenwulst auf das kleine Gehirn.

2. Das Mittelhirn.

Das Mittelhirn, mesencephalon, wird aus den Theilen, welche das große und kleine Gehirn, sowie Rückenmark miteinander verbinden, gebildet, und besteht aus dem verlängerten Mark, der Brücke und den Vierhügeln.

1. Das verlängerte Mark, medulla oblongata (Taf. 6; 3β'), ist der oberste dickere Theil des Rückenmarkes, welcher unter dem kleinen Gehirn gelegen ist und von dem untern Rande der Brücke bis zum großen Hinterhauptsloche reicht. Es besteht fast ganz aus weißer Substanz, die Faserzüge in der Richtung der Längsachse bildet. Vorn und hinten werden dieselben durch eine Längsspalte in zwei Hälften getheilt, an deren jeder drei Anschwellungen sichtbar sind: die Pyramiden, corpora pyramidalia oder pyramides, die Oliven, corpora olivaria oder olivae, auch crura medullae oblongatae ad corpora quadrigemina und die strangförmigen Körper, corpora restiformia oder crura cerebelli ad medullam oblongatam.

Die Pyramiden nehmen den vordersten Theil des verlängerten Markes unmittelbar neben der vordern Längenspalte ein; die Oliven liegen nach außen von den Pyramiden, zur Seite des verlängerten Markes, während die strangförmigen Körper den hintern Theil desselben bilden, untereinander nur von der hintern Rückenmarkspalte getrennt. Nach oben weichen sie auseinander und treten in das kleine Gehirn ein, wodurch sie zur Bildung der vierten Hirnhöhle beitragen.

Die vierte Hirnhöhle, ventriculus quartus (Taf. 6; 3ω), befindet sich wie die dritte Hirnhöhle in der Mittellinie des Gehirns, und wird diese gleichfalls von dem Durchschnitt, welchen unsere Figur zeigt, getroffen. Sie stellt einen rautenförmigen Raum dar, welcher unten und oben enger, in der Mitte aber nach beiden Seiten erweitert ist. Der Boden oder tiefere die vordere Wand des vierten Ventrikels wird aus der obern Fläche der Brücke und der Schreibfeder, calamus scriptorius oder sinus rhomboideus medullae oblongatae, gebildet. Das Dach oder besser die hintere Wand stellt die untere Wand des kleinen Gehirns, und von diesem wiederum die untere Fläche des Wurmes dar. Die Seitenwände endlich werden unten von den aufeinander ruhenden strangförmigen Körpern, oben von den Schenkeln des kleinen Gehirns, zu den Vierhügeln gebildet. Das obere Ende des vierten Ventrikels hat eine Oeffnung, die in die Sylvische Wasserleitung, aquaeductus Sylvii, und durch diese zum dritten Ventrikel führt.

2. Die Brücke oder der Hirnknoten, pons Varolii (Taf. 6; 3α'. Taf. 7, 2α), stellt einen breiten Halbring dar, den unsere Fig. 3 der Taf. 6 auf dem Durchschnitt zeigt. Die Brücke liegt im Schädel auf dem clivus, über und vor dem verlängerten Marke und unter den Vierhügeln und dem großen Gehirn, sowie vor dem kleinen Gehirn. Die Brücke besteht aus sich kreuzenden Längs- und Querfasern von weißer Substanz, von welchen die erstern von den Pyramiden in die Hirnschenkel, und von den Oliven in die Vierhügel, die letztern von einer Hemisphäre des kleinen Gehirns zur andern gehen.

3. Die Vierhügel, corpora quadrigemina (Taf. 6; 3φ), bilden den obern Theil des Mittelhirns und stellen einen rundlichen, an seine obern Ende, der gegen den Balkenwulst gerichteten Fläche, mit vier Hügelchen versehenen Körper dar. Auf den beiden vordern Hügelchen liegt die Zirbeldrüse, glandula pinealis (Taf. 6; 3υ), auf, ein ovales röthlichgraues Körperchen, welches mehrere rundlich eckige gelbe Körnchen den Hirnsand, arcervulus cerebri, enthält.

3. Das kleine Gehirn.

Das kleine Gehirn, cerebellum (Taf. 6; 3δ', 3ε'), wird gleichfalls in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, hemisphaera dextra und sinistra cerebelli, getheilt, die durch den mittlern Theil, den Wurm, vermis, getrennt werden.

Jede Hemisphäre zerfällt durch den Horizontalspalt, sulcus horizontalis oder transversus, in eine obere und eine untere Hälfte, und zeigt Lappen, Schenkel und einen Markkörper.

1. Die Lappen, lobuli, befinden sich in der obern und untern Fläche des Kleinhirns, und werden durch mit der Horizontalspalte ziemlich concentrisch verlaufende Einschnitte voneinander getrennt.

2. Die Schenkel des kleinen Gehirns, crura cerebelli, sind die drei bereits erwähnten Brückenschenkel, crura cerebelli ad pontem, Vierhügelschenkel, crura cerebelli ad corpora quadrigemina, und Schenkel zum verlängerten Mark, crura cerebelli ad medullam oblongatam.

3. Der Markkörper der Hemisphären, corpus medulare (Taf. 6; 3δ'), bildet den aus weißer Substanz bestehenden Kern des kleinen Gehirns, und hängt mit den Schenkeln zusammen. Durch die vielen von außen eindringenden, bald tiefern, bald seichtern

Einschnitte, welche die Lappen bilden, ist der Markkörper vielfach zerklüftet und in Aeste gespalten, welche an ihrer Oberfläche mit grauer Substanz umgeben sind. Diese baumförmige Verzweigung des Markkörpers heißt der **Lebensbaum**, arbor vitae (Taf. 6; 3ε′).

Der mittlere, beide Hemisphären trennende Theil des kleinen Gehirns, der auf unserer Figur gleichfalls in der Durchschnittsebene liegt, der **Wurm**, vermis, zerfällt durch den **Horizontalspalt** ebenfalls in einen **Oberwurm**, vermis cerebelli superior, und einen **Unterwurm**, vermis cerebelli inferior.

II. Die Gehirnnerven.

Gehirnnerven, nervi cerebrales, zählt man zwölf Paare, sie sind:

1. Der **Geruchsnerv**, nervus olfactorius, oder tractus olfactorius. Derselbe liegt an der untern Fläche des vordern Hirnlappens und endet auf der Siebplatte des Siebbeins, durch welche er zahlreiche Nervenfasern zum Geruchsorgan sendet.
2. Der **Sehnerv**, nervus opticus (Taf. 6; 3α, 4_{20}, $4_{20}'$, 5_{19}, 6_{18}), entspringt aus der **Sehnerven-Kreuzung**, chiasma nervorum opticorum (Taf. 6; 4_{21}), welche aus dem **Sehstreifen**, tractus nervorum opticorum (Taf. 6; 4_{20}, $4_{20}'$, der vom Auge abgewendete Theil vor der Kreuzung), gebildet wird. Hinter der Sehnervenkreuzung liegt in der Grube des Türkensattels der **Hirnanhang**, glandula pituitaria oder hypophysis cerebri (Taf. 6; 3χ), welcher am Ende des **grauen Höckers**, tuber cinereum, hängt. Von der Sehnervenkreuzung aus läuft der Sehnerv zum **Sehnervenloch**, durch welches er in die Augenhöhle und zum Augapfel gelangt. Er ist von einer Scheide, der **Sehnervenscheide** (Taf. 6; 6_5), eingehüllt, die eine Fortsetzung der harten Hirnhaut ist.
3. Der **gemeinschaftliche Augenmuskelnerv**, nervus oculomotorius (Taf. 6; 3β, 6_{17}. Taf. 7; 2ά), welcher durch die obere Augenhöhlenspalte in die Augenhöhle und zu den Augenmuskeln gelangt, welche er sämmtlich, mit Ausnahme des musculus obliquus superior und musculus rectus externus, innervirt.
4. Der **Rollmuskelnerv**, nervus trochlearis oder patheticus (Taf. 6; 3_6, 4_{22}) Taf. 7; 2α″ Derselbe gelangt gleichfalls durch die obere Augenhöhlenspalte in das Auge und gibt vorzugsweise Zweige zum musculus obliquus superior.
5. Der **dreigetheilte Nerv**, nervus trigeminus (Taf. 6; 3δ, 5_{14}). Derselbe entsteht aus einer hintern größern sensibeln Wurzel, portio major, und einer vordern kleinern motorischen Wurzel. Vor der Dreitheilung schwillt die größere Partie zu einem platten Knoten, dem halbmondförmigen Knoten, ganglion semilunare oder ganglion Gaseri (Taf. 6; 5_{15}), an. Dieses Ganglion theilt sich in drei Aeste:
   a) den **Augenhöhlennerv**, nervus ophthalmicus oder ramus primus nervi trigemini, welcher durch die obere Augenhöhlenspalte in die Augenhöhle tritt,
   b) den **Oberkiefernerv**, nervus maxillaris superior oder ramus secundus nervi trigemini (Taf. 6; 3ε, 5_{17}), welcher durch das runde Loch und die Kiefer-Keilbeingrube gelangt, und
   c) den **Unterkiefernerv**, nervus maxillaris inferior oder ramus tertius nervi trigemini (Taf. 6; 3ε″, 5_{10}), welcher durch das ovale Loch aus dem Schädel heraustritt.

Von dem **ersten Aste des Trigeminus** ist auf unserer Tafel nur sichtbar der Stirnnerv, nervus frontalis (Taf. 6; 3ξ), mit dem **Oberaugenhöhlennerv**, nervus supra orbitalis (Taf. 6; 1α, 2α), und der **Oberrollnerv**, nervus supra-trochlearis (Taf. 6; 2β), sowie der **Nasen-Augennerv**, nervus nasalis oder nasociliaris (Taf. 6; 6_{16}), mit den **Blendungsnerven**, nervi ciliares (Taf. 6; 3η, 4_{18}) und der **Thränendrüsennerv**, nervus lacrymalis (Taf. 6; 4_{19}).

Von dem **zweiten Aste** des Trigeminus ist nur dargestellt der **Wangenhautnerv**, nervus subcutaneus malae (Taf. 6; 1β), der **Keilbein-Gaumennerv**, nervus spheno-palatinus, mit dem **Gaumenkeilbein-** oder **Nasenknoten**, ganglion spheno-palatinum (Taf. 6; 3ϑ), sowie der **Unteraugenhöhlennerv**, nervus infraorbitalis (Taf. 6; 1_8, 2_8, 3ι, 6_3).

Von dem **dritten Aste** des Trigeminus, mit dem sich auch die kleine motorische Wurzel verbindet, erwähnen wir nur noch den **Ohrknoten**, ganglion oticum (Taf. 6; 3κ), welcher mit dem **Ohrschläfennerven**, nervus auriculo-temporalis (Taf. 6; 2δ), in Verbindung tritt, und den untern **Zahnnerven**, nervus alveolaris inferior, welcher den Kinnast, ramus mentalis (Taf. 6; 1δ, 2ε) bildet.

Die übrigen **Hirnnerven**, welche auf unserer Abbildung nur zum Theil zur Anschauung gebracht werden können, erwähnen wir nur kurz, sie sind:

6. Der **äußere Augenmuskelnerv**, nervus abducens (Taf. 7; 2γ).
7. Der **Gesichtsnerv**, nervus facialis oder communicans facies (Taf. 6; 2ζ. Taf. 7; 2δ), welcher durch den Fallopischen Kanal geht, und durch das **Griffelwarzenloch** aus dem Schädel heraustritt. Derselbe gibt den **hintern Ohrnerven**, nervus auricularis posterior (Taf. 6; 2η) ab und bildet das **Ohrspeicheldrüsengeflecht**, plexus parotideus oder pes anserinus (Taf. 6; 2ϑ), aus welchem die **Schläfennerven**, nervi temporales (Taf. 6; 2ι) und die **Jochbeinnerven**, nervi zygomatici (Taf. 6; 2κ) hervorgehen.
8. Der **Gehörnerv**, nervus acusticus oder auditorius (Taf. 7; 2δ).
9. Der **Zungenschlundkopfnerv**, nervus glosso-pharyngeus (Taf. 7; 2ε).
10. Der **Lungenmagennerv**, auch der **herumschweifende Nerv** genannt, nervus vagus (Taf. 7; 2η).
11. Der **Beinerv**, nervus accessorius Willisi (Taf. 6; 1ε, 2λ. Taf. 7; 2ξ).
12. Der **Zungenfleischnerv**, nervus hypoglossus (Taf. 6; 2μ. Taf. 7; 2ν).

III. Rückenmarksnerven.

Die **Rückenmarksnerven**, nervi spinales, zerfallen in 8 Paare **Halsnerven**, nervi cervicales, 12 Paare **Brustnerven**, nervi dorsales, 5 Paare **Lendennerven**, nervi lumbales, 5 Paare **Kreuzbeinnerven**, nervi sacrales, und 1 oder ichneum 3 Paare **Steißbeinnerven**, nervi coccygei.

Die Nerven des Rückenmarks entspringen mit einer doppelten Wurzel, einer hintern und hintern, den vordern und hintern Strängen an jeder

des Rückenmarks. Beide Wurzeln, von denen die vordere Bewegungsfaſern, die hintere Empfindungsfaſern enthält, vereinigen ſich zu einen Rückenmarksnerven, der auf jeder Seite durch das Zwiſchenwirbelloch aus der Wirbelſäule hervortritt und ſich in einen vordern und hintern Aſt ſpaltet.

Die Halsnerven.

Von den Halsnerven, nervi spinales cervicales, vereinigen ſich die vier obern durch Zweige, welche ihre vordern Aeſte gegenſeitig abgeben, wodurch Schlingen entſtehen, aus denen das Halsgeflecht, plexus cervicalis, gebildet wird, welches dann wieder Zweige abgibt. So entſteht aus dem zweiten Halsnerven der große Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis magnus oder majus (Taf. 6; 1ζ, 2ν), und aus der Schlinge zwiſchen dritten und vierten Halsnerven, der kleinere Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis minor (Taf. 6; 1η, 2ξ), und der große Ohrnerv, nervus auricularis magnus (Taf. 6; 1ϑ), während aus der Schlinge zwiſchen vierten und fünften Halsnerven die Oberſchlüſſelbeinnerven, nervi supra-claviculares (Taf. 6; 1ι), hervorgehen.

Die vier untern Halsnerven haben bedeutend ſtärkere vordere Aeſte als die obern Halsnerven; dieſelben vereinigen ſich unter ſpitzen Winkeln miteinander und bilden das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 6; 2π).

IV. Der ſympathiſche Nerv.

Der ſympathiſche Nerv, nervus sympathicus, läuft zu beiden Seiten der Wirbelſäule herab, wo er zahlreiche Nervenknoten, ganglia, bildet, von denen der erſte, der oberſte Halsnervenknoten, ganglion cervicale supremum (Taf. 6; 3λ), auf unſerer Tafel ſichtbar iſt.

1. Das Auge.

Das Auge oder Sehorgan, oculus oder organon visus, liegt in der Augenhöhle, und wird gebildet vom Augapfel und einer Anzahl von Nebenorganen, welche den Augapfel zum Theil in deſſen Verrichtungen unterſtützen, theils denſelben ſchützen und reinigen, wozu die Augenbrauen, Augenlider, Thränendrüſen u. ſ. w. gehören.

Der Augapfel, bulbus oculi (Taf. 6; 3_8, 4_2, 5_{28}), iſt das Hauptorgan des Geſichtsſinnes. Derſelbe wird gebildet aus drei concentriſch umeinander herumliegenden Häuten, in deren innern ſich ein waſſerheller Kern befindet. Der Augapfel in Geſtalt einer Kugel, die an ihrer vordern Seite eine ſphäriſche Erhebung, die Hornhaut hat, iſt in dem Fette der Augenhöhle eingebettet und kann durch die von uns bereits beſprochenen Augenmuskeln auf das leichteſte nach allen Richtungen hin bewegt werden.

Die drei den Augapfel bildenden Häute ſind von außen gezählt: die harte Augenhaut, die Aderhaut und die Netzhaut.

1. Die harte oder weiße Augenhaut, tunica sclerotica oder albuginea (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), iſt von außerordentlicher Steifigkeit, ſie bildet die äußerſte Lage der Augenhäute und gibt dem Augapfel ſeine Form. An dieſelbe ſetzen ſich die verſchiedenen Augenmuskeln an. Die in ihrem größten Umfange weiße, undurchſichtige, aus Bindegewebsfaſern beſtehende Haut, hat an ihrer vordern Seite eine etwas ſtärker gekrümmte, durchſichtige Stelle, die Hornhaut, tunica cornea (Taf. 6; 4_{32}, 6_{24}), welche den Lichtſtrahlen den Durchgang geſtatten, um ins Innere des Auges zu gelangen. Da wo die hintere Kante des Sclerotica-randes ſich mit der Hornhaut verbindet, befindet ſich ein Kanal, der wie die Vereinigungsſtelle kreisrund iſt, und der Schlemm'ſche Kanal, canalis Schlemmii oder sinus circularis venosus iridis (Taf. 6; 4_{10}) heißt, der ein venöſes Gefäß iſt, und den Blutadern der Regenbogenhaut als Abzugskanal dient. An ihrer hintern innern Theile wird die harte Augenhaut durch den Sehnerven (Taf. 6; 4_{20}, $4_{20}'$, 6_{10}) durchbohrt.

2. Die Gefäß- oder Aderhaut, tunica choroidea oder vasculosa (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), bildet die zweite Lage der Augenhäute und liegt der harten Augenhaut an der innern Fläche unmittelbar an. Sie iſt dünn, ſehr gefäßreich und reichlich mit Pigmentzellen verſehen, wodurch ſie eine ſchwarzbraune Farbe erhält und zur Abhaltung durch die Sclerotica durchſcheinender, ſowie zur Aufſaugung überflüſſiger Lichtſtrahlen dient. Man unterſcheidet an der Aderhaut verſchiedene Theile; der wichtigſte iſt die Regenbogenhaut oder die Blendung, auch Augenſtern, iris (Taf. 6; 4_{31}, 6_{22}), genannt. Dieſelbe iſt eine dünne, weiche, verſchieden gefärbte, ſehr gefäß- und nervenreiche, aus der Hauptſache aus glatten Muskelfaſern beſtehende Haut, welche die Aderhaut, deren vorderes Kugelſegment fehlt, nach vorn begrenzt. Sie hat die Geſtalt einer in der Mitte von einem kreisrunden Loche, dem Sehloche, pupilla, durchbohrten Scheibe. Dieſelbe liegt hinter der Hornhaut, wie das Zifferblatt der Uhr hinter dem Uhrglaſe. Der Raum zwiſchen der Iris und der Hornhaut heißt die vordere Augenkammer, camera oculi anterior, welche von der wäſſerigen Flüſſigkeit oder dem Kammerwaſſer, humor aqueus, gefüllt iſt; hinter der Iris, zwiſchen ihr und der Kryſtalllinſe befindet ſich die hintere Augenkammer, camera oculi posterior, welche durch die Pupille mit der vordern in Verbindung ſteht, ſodaß das Kammerwaſſer in beiden Kammern zugleich eindringen kann, und die Aderhaut von beiden Seiten umſpült. Die Muskelfaſern der Aderhaut ſind zu einem ringförmigen Muskel, den Verengerer der Pupille, musculus sphincter pupillae, und zu einem radialen Muskel, den Erweiterer der Pupille, musculus dilatator pupillae, angeordnet. Da, wo die Iris mit der Aderhaut ſich vereinigt, beginnt der Strahlenkörper oder Faltenkranz, corpus ciliare, welcher den vordern Theil der gewölbten Aderhaut einnimmt und die Linſe ringförmig umgibt.

3. Die Netz- oder Nervenhaut, tunica retina oder nervea (Taf. 6; 4_{27}, 6_{19}), iſt die innerſte der drei Häute, von außerordentlicher Zartheit und vollkommen durchſichtig. Sie dient dem Sehnerven zu ſeiner Ausbreitung, der etwas nach innen von der Sehachſe in Geſtalt eines flachen Hügels, des Markhügel, papilla oder colliculus nervi optici, an der innern Fläche der Netzhaut hervorragt und von der membranartig auseinandergehend mit verſchiedenen Schichten bilden, dem ſogenannten katoptriſchen Apparat des Auges, in Verbindung tritt.

Dem katoptriſchen Apparat entgegengeſetzt iſt der dioptriſche, welcher aus der ſchon erwähnten Hornhaut und dem Kammerwaſſer beſteht, ſowie aus der Kryſtalllinſe und dem Glaskörper. Alle dieſe Theile ſind durchſichtig und laſſen die von außen durch die Hornhaut eindringenden Lichtſtrahlen bis zur Netzhaut gelangen.

Die Linſe oder Kryſtalllinſe, lens crystallina (Taf. 6; 4_{30}, 6_{21}), iſt ein durchſichtiger, farbloſer Körper, welcher die Geſtalt einer doppelt convexen Glaslinſe hat, deren hintere Fläche ſtärker als deren vordere, gewölbt iſt. Sie liegt in einer Kapſel, der Linſenkapſel, capsula lentis, eingeſchloſſen, um-

unmittelbar hinter der Pupille in einer der hintern stark convexen Fläche entsprechenden Vertiefung des Glaskörpers. Um den kreisförmigen Rand der Linse läuft der Petit'sche Kanal, canalis Petiti (Taf. 6; 4_{30}, 6_{28}), welcher auf seinem Durchschnitt von dreieckiger Gestalt, überall geschlossen und mit einer wässerigen Flüssigkeit eingehüllt ist.

Der Glaskörper, corpus vitreum (Taf. 6; 4_{29}, 6_{30}), ist ein das Auge ausfüllender und dessen innere Gestalt nachahmender Körper. Er besteht aus der sogenannten Glasfeuchtigkeit, humor vitreus, die von der Glashaut, membrana hyaloidea oder vitrea, umgeben ist. Dieselbe theilt sich in zwei Blätter, ein vorderes stärkeres und ein hinteres dünneres, welches sich an die hintere Wand der Linsenkapsel anlegt und mit dieser verwächst, während das vordere Blatt zum Linsenrande geht. Durch das Auseinanderweichen der beiden Blätter der Glashaut entsteht der schon erwähnte Petit'sche Kanal.

Von den Schutz- und Hülfsorganen für den Augapfel sind außer den bereits behandelten Augenmuskeln und der knöchernen Augenhöhle noch zu erwähnen die Augenbrauen, supercilia, und die Augenlider, palpebrae (Taf. 6; 3_9, 4_{33}), von welchen man ein oberes Augenlid, palpebra superior (Taf. 6; 6_{25}) und ein unteres Augenlid, palpebra inferior (Taf. 6; 6_{26}) unterscheidet. Die Augenlider werden gebildet von der äußern Haut, integumentum palpebrae (Taf. 6; 5_{32}), darauf folgt die von dem Schließmuskel der Augenlider, musculus orbicularis palpebrarum (Taf. 6; 1_3, 2_3) gebildete Muskelschicht des Augenlides, stratum musculare palpebrae (Taf. 6; 5_{33}), nach innen davon befindet sich sowol am obern, wie am untern Augenlid der Augenlidknorpel, tarsus (Taf. 6; 5_{31}). In der Substanz der Augenlidknorpel sind eingebettet die Meibom'schen Drüsen, glandulae Meibomianae, während die Bindehaut der Augenlider, conjunctiva palpebrarum (Taf. 6; 5_{30}), die innere hintere Fläche der Augenlider überzieht und auf den Augapfel übergeht, wo sie die Bindehaut des Augapfels, conjunctiva bulbi (Taf. 6; 5_{29}) bildet.

Noch zu erwähnen sind die Thränendrüsen, glandulae lacrymales, zwei traubige Drüsen, welche über dem äußern Augenwinkel, hinter dem obern Augenlide in den beiden Thränendrüsengruben, foveae lacrymales, des Stirnbeins liegen.

2. Das Ohr.

Das Gehörorgan, organon auditus, zerfällt in drei Theile, das äußere, mittlere und innere Ohr. Da auf unserer Tafel nur das erstere zur Darstellung gelangt, so beschränken wir uns auf dasselbe.

Das äußere Ohr (Taf. 7; 1_1), auricula, ist eine länglichrunde, in verschiedenen Richtungen ein- und ausgebogene, muschelförmige, von der äußern Haut überzogene und hier und da mit Muskeln bekleidete Knorpelplatte, welche durch Bänder, die Haut und den äußern knorpeligen Gehörgang senkrecht an die Seitenwand des Kopfes angeheftet ist und mit ihrem mittlern vertieften Theile in den äußern Gehörgang übergeht. An ihm sind folgende Theile zu bemerken:

1. Die Ohrleiste oder Ohrkrempe, helix auriculae, der äußerste nach vorn umgebogene Rand.
2. Die Gegenleiste oder Nebenkrempe, anthelix auriculae, die weiter nach innen, parallel mit der Ohrleiste verlaufende Erhabenheit.
3. Die vordere Ohrklappe, Ohrecke, tragus auriculae (Taf. 6; 1D), der abgerundete Vorsprung vor der Oeffnung des Gehörganges.
4. Die hintere Ohrklappe oder Gegenecke, antitragus auriculae (Taf. 6; 1E), der kleine der vordern Ohrklappe gegenüber befindliche Vorsprung.
5. Der Ohreinschnitt, incisura auriculae oder intertragica, der Einschnitt über dem Ohrläppchen, lobulus auriculae (Taf. 6; 1F).
6. Die Ohrmuschel, concha auris, der vertiefte Theil des Ohres, welcher in den äußern Gehörgang, meatus auditorius externus, übergeht.

3. Die Mundspeicheldrüsen.

Mundspeicheldrüsen, glandulae salivales oris, welche zusammengesetzte traubenförmige Drüsen sind, gibt es drei Paar:

1. Die Ohrspeicheldrüse, glandula parotis (Taf. 6; 1I), an der Seite des Gesichts, vor dem Ohre und unterhalb des Jochbogens, mit dem horizontal über die Wange verlaufenden und dieselbe durchbohrenden Ausführungsgange, dem Stenonianischen Gang, ductus Stenonianus (Taf. 6; 1II), welcher bei dem ersten oder zweiten Backzahn auf der Mundschleimhaut endet.
2. Die Unterkieferdrüse, glandula submaxillaris (Taf. 6; 2I), liegt an der innern Fläche des Unterkieferwinkels, deren Ausführungsgang, der Wharton'sche Gang, ductus Whartonianus, zur Seite des Zungenbändchens auf der Mundschleimhaut mündet.
3. Die Unterzungendrüse, glandula sublingualis (Taf. 8; 2_1), liegt auf dem Boden der Mundhöhle, unter der Zungenspitze, wird von der Mundschleimhaut bedeckt. Der Ausführungsgang der Zungendrüse, der Bartholini'sche Gang, ductus Bartholinianus, mündet entweder für sich auf der Mundschleimhaut oder verbindet sich mit dem Whartorn'schen Gange.

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 6; 1A bis 1C, 2A bis 2M, 3A bis 3W, 4_{2-4}, 4_{34-37}, 5_{1-12}, 6_{1-4} sind bei Tafel 2 und 3 sowie bei Tafel 5 auf Seite 56 erläutert.

Tafel 7.

Diese Tafel zeigt zunächst den Rumpf nach Entfernung der Haut von vorn gesehen, sowie das Rückenmark mit den Anfängen der Spinalnerven nach geöffneter Wirbelsäule und den Grenzstrang des sympathischen Nerven.

Figur 1. Der Rumpf von vorn gesehen.

A. Os maxillare inferius, Unterkieferbein.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Clavicula, Schlüsselbein.
D. Clavicula, Schlüsselbein.
E. Acromion, Schulterhöhe.
F. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
G. Caput humeri, Oberarmkopf.
H. Costa secunda, zweite Rippe.
J. Costa septima, siebente Rippe.
K. Costa decima, zehnte Rippe.
L. Ligamentum interclaviculare, Zwischenschlüsselbeinband.
M. Ligamentum capsulare claviculae internum, inneres Kapselband des Schlüsselbeins.
N. Ligamentum claviculo-acromiale, Schlüsselbein-Schulterhöhenband.
O. Ligamentum trapezoideum et conoideum, oder ligamentum coraco-claviculare, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.
P. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.

Q. Ligamentum capsulare sterno-costale, Brustbein-Rippen-Kapselband.
R. Ligamenta radiata, Strahlenbänder.
S. Ligamenta coruscantia oder intercostalia, Zwischenrippenbänder.
T. Aponeurosis colli profundae pars, Theil der tiefern Halsaponeurose.
U. Aponeurosis musculorum abdominis, Sehne der Unterleibsmuskeln.
I. Glandula thyreoidea, Schilddrüse.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus digastricus oder biventer maxillae inferioris, zweibäuchiger Kiefermuskel.
4. Musculus mylohyoideus, Kieferzungenbeinmuskel.
5. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
6. Musculus stylohyoideus, Griffel-Zungenbeinmuskel.
7. Musculus sternohyoideus, Brustzungenbeinmuskel.
8. Musculus sternothyreoideus, Brustbein-Schildknorpelmuskel.
9. Musculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
10. Musculus hyothyreoideus, Zungenbein-Schildknorpelmuskel.
11. Musculi scaleni, die Rippenhalter.
12. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblatthebet.
13. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
14. Musculus pectoralis minor, kleiner Brustmuskel.
15. Musculus subclavius, Schlüsselbeinmuskel.
16. Musculus serratus anticus major, großer Sägemuskel.
17. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
18. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
19. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
20. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
21. Linea alba, weiße Linie.
22. Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
23. Inscriptiones tendineae, Sehnenstreifen.
24. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
25. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Armmuskel.
25′ Musculus biceps, caput breve, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
25″ Musculus biceps, caput longum, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
26. Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Oberarmmuskel.
27. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
28. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
a. Arteria carotis communis dextra, rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader.
b. Arteria carotis externa, äußere Kopfpulsader.
c. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
d. Arteria thyreoidea superior, obere Schilddrüsenpulsader.
e. Arteria lingualis, Zungenpulsader.
f. Arteria maxillaris externa, äußere Antlitzpulsader.
g. Arteriae mammariae externae, äußere Brustpulsadern.
h. Arteria thoracico-acromialis, Rumpf-Schulterhöhenpulsader.
i. Arteria brachialis, Armpulsader.
k. Vena jugularis interna, innere Drosselblutader.
l. Vena jugularis externa, äußere Drosselblutader.
m. Vena jugularis externa anterior, vordere äußere Drosselblutader.
n. Vena subclavia, Schlüsselbeinblutader.
o. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
p. Vena brachialis, Armblutader.
α. Nervi cutanei pectoris interni, innere Hautnerven der Brust.
β. Nervi cutanei pectoris externi, äußere Hautnerven der Brust.
γ. Nervi cutanei abdominis interni, innere Hautnerven des Unterleibes.
δ. Nervi cutanei abdominis externi, äußere Hautnerven des Unterleibes.

Figur 2. Das Rückenmark mit den Anfängen der Spinalnerven nach von vorn geöffneter Wirbelsäule und der Grenzstrang des sympathischen Nerven.

A. Pars petrosa ossis temporum, Felsentheil des Schläfenbeins.
B. Meatus auditorius internus, innerer Gehörgang.
C. Canalis caroticus, Kanal der Kopfpulsader.
D. Processus styloideus, Griffelfortsatz.
E. Foramen jugulare, Drosselloch.
F. Meatus auditorius externus, äußerer Gehörgang.
G. Atlas, Träger.
H. Vertebra cervicis septima, siebenter Halswirbel.
J. Vertebra dorsi prima, erster Rückenwirbel.
K. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Rückenwirbel.
L. Vertebra lumbalis prima, erster Lendenwirbel.
M. Costa prima, erste Rippe.
N. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
I. Auricula, äußeres Ohr.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus scalenus anticus, vorderer Rippenhalter.
3. Musculus scalenus medius, mittlerer Rippenhalter.
4. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
6. Musculus quadratus lumborum, viereckiger Lendenmuskel.
7. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
a. Arteria carotis interna, innere Kopfpulsader.
b. Arteria intercostalis posterior, hintere Zwischenrippenpulsader.
c. Arteria subclavia, Schlüsselbeinpulsader.
d. Vena jugularis interna, innere Drosselblutader.
e. Vena intercostalis posterior, hintere Zwischenrippenblutader.
α. Pons Varoli, Varolsbrücke.
α′ Nervus oculomotorius, gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv.
α″ Nervus trochlearis oder patheticus, Rollmuskelnerv.
β. Nervus trigeminus, dreigetheilter Nerv.
γ. Nervus abducens, äußerer Augenmuskelnerv.
δ. Nervus facialis und nervus acusticus, Gesichtsnerv und Gehörnerv.
ε. Nervus glosso-pharyngeus und nervus vagus, Zungenschlundkopfnerv und herumschweifender Nerv.
ζ. Nervus accessorius Willisii, Beinerv.
η. Nervus vagus, herumschweifender Nerv.

ϑ. Nervus hypoglossus, Zungenfleiſchnerv.
ι. Medulla oblongata, verlängertes Mark.
κ. Medulla spinalis, pars cervicalis, Halstheil des Rückenmarks.
λ. Medulla spinalis, pars dorsalis, Rückentheil des Rückenmarks.
μ. Medulla spinalis, pars lumbalis mit dem Conus medularis, Lendentheil des Rückenmarks mit dem Rückenmarkszapfen.
ν. Filum terminale, Rückenmarksfaden.
ξ. Nervus cervicalis primus, erſter Halsnerv.
π. Nervus cervicalis octavus, achter Halsnerv.
ρ. Plexus cervicalis, Halsnervengeflecht.
σ. Plexus brachialis, Armnervengeflecht.
τ. Nervus dorsalis primus, erſter Rückennerv.
υ. Nervus dorsalis duodecimus, zwölfter Rückennerv.
φ. Nervus lumbalis primus, erſter Lendennerv.
χ. Nervus sympathicus, ſympathiſcher Nerv.
ψ. Ganglion cervicale medium nervi sympathici, mittlerer Halsknoten des ſympathiſchen Nerven.
ω. Ganglion cervicale infimum nervi sympathici, unterer Halsknoten des ſympathiſchen Nerven.
ω′ Ganglia thoracica nervi sympathici, Bruſtknoten des ſympathiſchen Nerven.

Figur 3. Das Rückenmark nach von hinten eröffneter Wirbelſäule geſehen.

A. Os occipitale, Hinterhauptsbein.
B. Vertebra colli prima, erſter Halswirbel.
C. Vertebra colli septima, ſiebenter Halswirbel.
D. Vertebra dorsi prima, erſter Rückenwirbel.
E. Vertebra dorsi duodecima, zwölfter Halswirbel.
F. Costa prima, erſte Rippe.
G. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
H. Ligamentum colli costae externum, äußeres Rippenhalsband.
J. Ligamentum colli costae internum, inneres Rippenhalsband.
K. Dura mater medullae spinalis, facies externa, äußere Seite der harten Rückenmarkshaut.
K′ Dura mater spinalis, facies interna, innere Seite der harten Rückenmarkshaut.
L. Arachnoidea medullae spinalis, Spinnwebenhaut des Rückenmarks.
L′ Ligamentum denticulatum, gezahntes Band.
M. Arteria vertebralis, Wirbelpulsader.
α. Medulla oblongata, verlängertes Mark.
β. Medulla spinalis cervicis, Halsmark.
γ. Medulla spinalis dorsi, Rückentheil des Rückenmarks.
δ. Medulla spinalis, pars lumbalis, mit dem Conus medullae spinalis, Lendentheil des Rückenmarks mit dem Rückenmarkszapfen.
δ′ Filum terminale, Rückenmarksfaden.
ζ. Nervus glosso-pharyngeus und nervus vagus, Zungenſchlundkopfnerv und herumſchweifender Nerv.
η. Nervus hypoglossus, Zungenfleiſchnerv.
ϑ. Nervus accessorius Willisii, Beinnerv.
ι. Nervus cervicalis primus, erſter Halsnerv.
κ. Nervus cervicalis duodecimus, zwölfter Halsnerv.
λ. Nervi spinales dorsi, Rückennerven.

Der Rumpf.

Der Rumpf, truncus, zerfällt in zwei Theile, die Bruſt, thorax, und den Unterleib, abdomen.

Zu beiden Seiten des Thorax hängen die Arme herab, während unten am Becken die Beine artikuliren; nach oben iſt auf den Bruſtkaſten der Hals mit dem Kopf aufgeſetzt.

Wiederum treten uns nach Entfernung der Haut und des Unterhautzellgewebes zunächſt die Muskeln entgegen, die hier am Rumpf meiſt große breite Flächen bilden.

I. Muskeln am Hals, an der Bruſt, am Unterleib, am Nacken und am Arm.

1. Muskeln am Hals.

Die Muskeln am Hals ſind bereits bei der Erklärung der Tafel 6 abgehandelt worden, weshalb wir hier unterlaſſen darauf zurückzukommen, und verweiſen wir für den

1. Kopfnicker, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 7; 1_1, 2_1), auf S. 71;
2. zweibäuchigen Kiefermuskel, musculus digastricus (Taf. 7; 1_3), auf S. 71;
3. Kiefer-Zungenbeinmuskel, musculus mylohyoideus (Taf. 7; 1_4), auf S. 72;
4. Zungenbein-Zungenmuskel, musculus hyoglossus (Taf. 7; 1_5), auf S. 72;
5. Griffel-Zungenbeinmuskel, musculus stylohyoideus (Taf. 7; 1_6), auf S. 72;
6. Bruſt-Zungenbeinmuskel, musculus sternohyoideus (Taf. 7; 1_7), auf S. 71;
7. Bruſtbein-Schildknorpelmuskel, musculus sterno-thyreoideus (Taf. 7; 1_8), auf S. 71;
8. Schulter-Zungenbeinmuskel, musculus omohyoideus (Taf. 7; 1_9), auf S. 71;
9. Zungenbein-Schildknorpelmuskel, musculus hyo-thyreoideus (Taf. 7; 1_{10}), auf S. 71;
10. die Rippenhalter, musculi scaleni (Taf. 7; 1_{11}, 2_2, 3_3), auf S. 75.

2. Nackenmuskeln.

Der erläuternde Text zu dieſen Muskeln findet ſich bei den Rückenmuskeln, Taf. 9, und zwar zu

1. dem Kappenmuskel, musculus cucullaris (Taf. 7; 1_2), auf S. 92;
2. dem Schulterblattheber, musculus levator anguli scapulae (Taf. 7; 1_{12}), auf S. 93.

3. Muskeln an der Bruſt.

Sämmtliche Muskeln der Bruſt werden von einer oberflächlichen Faſcie, fascia superficialis, überzogen, die nach Entfernung der Haut und des darunter befindlichen Zellgewebes ſichtbar wird. Darauf zeigen ſich folgende Muskeln:

1. Der große Bruſtmuskel, musculus pectoralis major (Taf. 6; 1_{24}, 2_{29}. Taf. 7; 1_{13}. Taf. 8; 1_{14}).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Bruſt.

Anſätze:
a) Mit dem Bruſtbeintheile (portio sternalis) an das Bruſtbein und die Knorpel der zweiten bis ſiebenten Rippe, mit dem Schlüſſelbeintheile (portio clavicularis) an das Bruſtbeinende des Schlüſſelbeins.
b) Die spina tuberculi majoris des Oberarmbeins.

Wirkung:
Zieht den Arm an die Bruſt, während er bei fixirten Armen eine Erweiterung des Thorax bewirken kann.

2. Der kleine Bruſtmuskel oder der vordere kleine Sägemuskel, musculus pectoralis minor oder serratus anticus minor (Taf. 6; 2_{30}. Taf. 7; 1_{14}. Taf. 8; 1_{15}).

Lage:
Unter dem großen Bruſtmuskel, hart auf den Rippen aufliegend.

Anſätze:
a) Die äußere Fläche der vordern knöchernen Enden der dritten bis fünften Rippe.
b) Der Rabenſchnabelfortſatz des Schulterblattes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach vorn herab und kann bei fixirter Schulter die dritte bis fünfte Rippe heben.

3. Der Schlüſſelbeinmuskel, musculus subclavius (Taf. 7; 1_{15}).

Lage:
Zwiſchen dem Schlüſſelbein und der erſten Rippe.

Anſätze:
a) Der Knorpel und das vordere Ende der erſten Rippe.
b) Die untere Fläche des Schlüſſelbeins.

Wirkung:
Zieht das Schlüſſelbein gegen die erſte Rippe.

4. Der vordere große Sägemuskel, musculus serratus anticus major (Taf. 7; 1_{16}. Taf. 8; 1_{19}. Taf. 9; 2_{17}).

Lage:
Zur Seite des Thorax, unmittelbar auf den Rippen.

Anſätze:
a) Mit neun Zacken an die vordern knöchernen Enden der acht oberſten Rippen, indem er an der zweiten Rippe mit zwei Zacken ſich anſetzt.
b) Die innere Lippe des hintern Schulterblattrandes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach außen und vorn, wobei der untere Winkel deſſelben weiter nach vorn geſchoben wird, als der obere innere, ſodaß das Schulterblatt in der Art gedreht wird, daß die Gelenkfläche für den Arm nach oben und außen zu ſtehen kommt.

5. Die äußern Zwiſchenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 7; 1_{17}, 2_3. Taf. 8; 1_{18}, 2_6. Taf. 9; 1_5, 2_{24}. Taf. 10; 1_3).

Lage:
In den Zwiſchenräumen der Rippen, ſodaß ſie mit ihren Faſern von der obern Rippe ſchräg von hinten nach vorn zur untern Rippe laufen. Dieſelben beginnen am Rippenhalſe und füllen den Zwiſchenrippenraum, reichen aber nicht ganz bis an das Bruſtbein.

Anſätze:
a) Der untere Rand der erſten bis ſiebenten Rippe.
b) Der obere Rand der zweiten bis zwölften Rippe.

Wirkung:
Sie ziehen die Rippen aneinander. Iſt die oberſte Rippe fixirt, ſo heben ſie die übrigen Rippen, iſt aber die zwölfte Rippe feſtgeſtellt, ſo ziehen ſie die darüber befindlichen Rippen herab.

6. Die innern Zwiſchenrippenmuskeln, musculi intercostales interni (Taf. 7; 1_{18}, 2_4. Taf. 8; 1_{18}, 2_6. Taf. 9; 1_4. Taf. 10; 2_4).

Lage:
In den Zwiſchenräumen der Rippen unter den vorigen, wo ſie mit ihren Faſern von oben und vorn nach unten und hinten laufen. Sie fangen erſt am Rippenwinkel an, ſodaß ſie am hintern Ende des Intercoſtalraumes eine Lücke laſſen, reichen aber nach vorn bis an das Bruſtbein.

Anſätze:
a) Der untere Rand der erſten bis elften Rippe.
b) Der obere Rand der zweiten bis zwölften Rippe.

Wirkung:
Dieſe iſt dieſelbe wie bei den äußern Zwiſchenrippenmuskeln.

7. Der dreieckige Bruſtmuskel, musculus triangularis sterni (Taf. 8; 1_{13}).

Lage:
An der hintern Fläche des Bruſtbeins.

Anſätze:
a) Der Körper und der Schwertfortſatz des Bruſtbeins.
b) Der untere Rand des vordern Endes der zweiten bis fünften Rippe und deren Knorpel.

Wirkung:
Zieht die zweite bis fünfte Rippe nach abwärts.

4. Muskeln des Unterleibes.

Die Muskeln des Unterleibes werden bei Betrachtung der Tafel 10 abgehandelt, ſiehe deshalb wegen des
1. äußern ſchiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 7; 1_{19}), S. 97;
2. innern ſchiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 7; 1_{20}), S. 97;
3. geraden Bauchmuskels, musculus rectus abdominis (Taf. 7; 1_{22}), S. 97;
Ferner wegen des
viereckigen Lendenmuskels, musculus quadratus lumborum (Taf. 7; 2_5), ſ. S. 98 und
des großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 7; 1_7), ſ. S. 124.

5. Armmuskeln.

Die Armmuskeln dieſer Tafel finden ſich abgehandelt bei der Erklärung zu Tafel 13, ſiehe deshalb wegen des
1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 7; 1_{24}), S. 114;
2. zweiköpfigen Armmuskels, musculus biceps brachii (Taf. 7; 1_{25}, $1_{25}'$, $1_{25}''$), S. 114;
3. Rabenſchnabelfortſatz-Oberarmmuskels, musculus coraco-brachialis (Taf. 7; 1_{26}), S. 114;
4. innern Oberarmmuskels, musculus brachialis internus (Taf. 7; 1_{27}), S. 114;
4. dreiköpfigen Oberarmmuskels, musculus triceps brachii (Taf. 7; 1_{28}), S. 115.

II. Gefäße.

Die Erklärung der Halspulsadern (Taf. 7; 1a-f, 2a) und der Halsblutadern (Taf. 7; 1k-m, 2o), ſiehe bei dem Texte der Tafel 6 auf S. 76.

Die Schlüſſelbeinpulsader, arteria subclavia (Taf. 7; 2c), entſpringt rechts aus der ungenannten Pulsader, links unmittelbar aus dem Bogen der Aorta. Folgende Zweige derſelben ſind auf unſerer Tafel ſichtbar:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 7; 3M), welche in der Gegend der erſten Rippe entſpringt und im canalis vertebralis, in welchem ſie durch das ſechste foramen vertebrale eintritt, bis zum zweiten Halswirbel in die Höhe ſteigt und ſich um den Querfortſatz des Trägers herumkrümmend durch das große Hinterhauptsloch in den Schädel gelangt.

2. Die äußern Bruſtpulsadern, arteriae mammariae externae, welche aus der innern Bruſtpulsader, arteria mammaria interna (Taf. 9; 1g), entſpringen, die wiederum ein Zweig der Schlüſſelbeinpulsader iſt, und an der innern Seite der Rippenknorpel herabläuft. Die äußern Bruſtpulsadern, auch rami perforantes genannt, durchbohren die Zwiſchenrippenmuskeln und verzweigen ſich in den Muskeln der Haut und der Bruſt.

Fortſetzung der Schlüſſelbeinpulsader iſt die Achſelpulsader, arteria axillaris, aus welcher die äußern Bruſtkaſtenpulsadern, arteriae thoracicae externae, mit dem Schulteraſt, ramus acromialis (Taf. 7; 1h), entſpringen.

Aus der Achſelpulsader geht die Armpulsader, arteria brachialis (Taf. 7; 1i) hervor, deren weitern Verlauf man auf Tafel 13 ſieht.

Die hintern Zwiſchenrippenpulsadern, arteriae intercostales posteriores (Taf. 7; 2b. Taf. 9; 1o), ſind Zweige, welche aus der Bruſtaorta entſpringen und in den Zwiſchenrippenräumen mit Abgabe verſchiedener Aeſte verlaufen. Es ſind deren neun, weil die beiden obern Zwiſchenrippenräume von der arteria intercostalis suprema verſorgt werden.

Die Schlüſſelbeinblutader, vena subclavia (Taf. 7; 1n), entſteht aus der Armblutader, vena brachialis (Taf. 7; 1p). In ſie mündet auch die vena cephalica (Taf. 7; 1o).

Die hintern Zwiſchenrippenblutadern, venae intercostales posteriores (Taf. 7; 2e. Taf. 9; 1q), verlaufen in den Zwiſchenrippenräumen und münden in die unpaarige und halbunpaarige Blutader, vena azygos und hemiazygos.

III. Gehirn, Rückenmark und Nerven.

A. Gehirn und Gehirnnerven.

Die Erklärung der auf dieſer Tafel ſichtbaren Theile des Gehirns und der vorhandenen Gehirnnerven (Taf. 7; 2α-ϑ, 3ε-ϑ), ſ. im Text zu Taf. 6 auf S. 71 und 72.

B. Rückenmark und Rückenmarksnerven.

a) Rückenmark.

Das Rückenmark, medulla spinalis, iſt eine Fortſetzung des verlängerten Markes, medulla oblongata (Taf. 7; 2ι, 3α), und zerfällt in das Halsmark, medulla spinalis cervicis (Taf. 7; 2×, 3β), in den Bruſttheil, medulla spinalis dorsi (Taf. 7; 2λ, 3γ), und in das Lendenmark, medullae spinalis, pars lumbalis (Taf. 7; 2μ, 3δ). Es iſt im Rückgratskanal aufgehängt und von denſelben drei Häuten, wie das Gehirn, umſchloſſen, und zwar von der harten Rückenmarkshaut, dura mater medullae spinalis (Taf. 7; 3K und 3K′), von der Rückenmarks-Spinnwebenhaut, arachnoidea medullae spinalis (Taf. 7; 3L), welche zu beiden Seiten des Rückenmarks eine Reihe dreieckiger Zacken bildet, deren Baſis an die weiche Rückenmarkshaut, die Spitzen an die harte Rückenmarkshaut ſtoßen, und ſo das gezahnte Band, ligamentum denticulatum (Taf. 7; 3L′), bilden, und von der weichen Rückenmarkshaut, pia mater medullae spinalis.

Das Ende des Lendenmarks bildet der Rückenmarkszapfen, conus medullaris (Taf. 7; 2μ, 3δ), aus welchem der Rückenmarksfaden, filum terminale (Taf. 7; 2ν, 3δ′), hervorgeht und welcher mit den anliegenden Lenden- und Kreuzbeinnerven den Pferdeſchweif, cauda equina, bildet.

b) Rückenmarksnerven.

Die Rückenmarksnerven, nervi spinales, ſind der Zahl nach 31 oder 32 Paare, welche mit doppelten Wurzeln, einer vordern und einer hintern, von der Seite des Rückenmarks ausgehen, und durch die Zwiſchenwirbellöcher aus den canalis spinalis nach außen gelangen. Dieſelben zerfallen in acht Paare Halsnerven, nervi cervicales (Taf. 7; 2ξ-π, 3ι-×), zwölf Paare Bruſtnerven, nervi dorsales (Taf. 7; 2τ-ν, 3λ), fünf Paare Lendennerven, nervi lumbales (Taf. 7; 2φ), fünf Paare Kreuzbeinnerven, nervi sacrales und ein oder zwei Paare Steißbeinnerven, nervi coccygei.

Von den vordern Aeſten der vier obern Halsnerven wird das Halsgeflecht, plexus cervicalis (Taf. 7; 2ρ), gebildet, während aus den vordern Aeſten der vier untern Hals- und des erſten Bruſtnerven das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 7; 2σ), hervorgeht.

Die auf Tafel 7; 1α und 1β ſichtbaren innern und äußern Bruſthautnerven, nervi cutanei pectoris interni und externi, ſind Zweige der vordern Aeſte der Bruſtnerven, ebenſo wie die innern und äußern Hautnerven des Unterleibes, nervi cutanei abdominis interni und externi (Taf. 7; 1γ und 1δ), und zwar ſtammen die erſtern vom zweiten bis ſiebenten Bruſtnerven, die letztern dagegen vom achten bis zwölften.

C. Der ſympathiſche Nerv.

Der ſympathiſche Nerv, nervus sympathicus (Taf. 7; 2χ), zerfällt in einen Kopftheil, pars cephalica nervi sympathici, einen Halstheil, pars cervicalis nervi sympathici, einen Bruſttheil, pars thoracica nervi sympathici, einen Lendentheil, pars lumbalis nervi sympathici, und einen Kreuzbeintheil, pars sacralis nervi sympathici.

Der Halstheil beſteht aus drei durch den Stamm miteinander verbundenen Nervenknoten, dem oberſten Halsnervenknoten, ganglion cervicale supremum, dem mittlern Halsnervenknoten, ganglion cervicale medium oder thyreoideum (Taf. 7; 2ψ), und dem untern Halsnervenknoten, ganglion cervicale infimum (Taf. 7; 2ω), und liegt dicht an der vordern Fläche des musculus rectus capitis anticus major und des musculus longus colli.

Der Bruſttheil, welcher die Fortſetzung des Halstheils iſt, liegt vor den Querfortſätzen der Bruſtwirbel und vor der vordern Fläche der Rippenköpfchen. Er beſteht aus elf bis zwölf Bruſtnervenknoten, ganglia thoracica (Taf. 7; 2ω′), welche durch den ſympathiſchen Nervenſtamm miteinander verbunden werden.

Der Lendentheil iſt eine Fortſetzung des Bruſttheils, während der Kreuzbeintheil wieder eine Fortſetzung jenes iſt.

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 7; 1A bis 1S, 2A bis 2N, 3A bis 3J) ſind bei Tafel 2, 3 und 4 ſowie bei Tafel 5 auf S. 25—28, 32—35, 43, 57 erläutert.

Tafel 8.

Dieſe Tafel zeigt uns den geöffneten Thorax mit den Bruſteingeweiden, der Lunge und dem Herzen.

Figur 1. Der Thorax nach Entfernung der vordern Wand.

A. Maxilla inferior, Unterkiefer.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
D. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
E. Manubrium sterni, Handgriff des Bruſtbeins.
F. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortſatz des Bruſtbeins.
G. Clavicula, Schlüſſelbein.
H. Acromion, Schulterhöhe.
J. Processus coracoideus scapulae, Rabenſchnabelfortſatz des Schulterblattes.

K. Caput humeri, Kopf des Oberarmbeins.
L. Spina scapulae, Schultergräte.
M. Costa prima, erſte Rippe.
N. Costa septima, ſiebente Rippe.
O. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falſchen Rippe.
P. Ligamentum suspensorium glandulae thyreoideae, Aufhängeband der Schilddrüſe.
Q. Ligamentum capsulare claviculae internum, inneres Kapſelband des Schlüſſelbeins.
Q′ Ligamentum capsulare claviculae externum, äußeres Kapſelband des Schlüſſelbeins.
R. Ligamentum coraco-claviculare, Rabenſchnabelfortſatz-Schlüſſelbeinband.
S. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenſchnabelfortſatz-Schulterhöhenband.
T. Ligamentum capsulare capitis humeri, Kapſelband des Oberarmkopfes.
U. Tendo musculi bicipitis, Sehne des zweiköpfigen Muskels.
V. Pleura, Bruſtfell.
V′ Membrana sterni, cavum mediastini anterioris obtegens, Bruſtbeinhaut, die vordere Mittelfellhöhle bedeckend.
W. Pericardium, Herzbeutel.
X. Fascia transversalis abdominis, Querfascie des Unterleibes.
Y. Peritoneum, Bauchfell.
I. Glandula thyreoidea, Schilddrüſe.
II. Pulmo sinister, linke Lunge.
II′ Pulmo sinister lobulus inferior, unterer Lappen der linken Lunge.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus digastricus maxillae inferioris, zweibäuchiger Kiefermuskel.
4. Musculus mylohyoideus, Kiefer-Zungenbeinmuskel.
5. Musculus geniohyoideus, Kinn-Zungenbeinmuskel.
6. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
7. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
8. Musculus hyothyreoideus, Zungenbeinſchildknorpelmuskel.
9. Musculus omohyoideus, Schulter-Zungenbeinmuskel.
10. Musculus scalenus anticus, vorderer Rippenhalter.
11. Musculus scalenus medius, mittlerer Rippenhalter.
12. Musculus triangularis sterni, dreieckiger Bruſtmuskel.
13. Diaphragma, Zwerchfellmuskel.
14. Musculus pectoralis major, großer Bruſtmuskel.
15. Tendo musculi pectoralis minoris, Sehne des kleinen Bruſtmuskels.
16. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
17. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
18. Musculi intercostales, Zwiſchenrippenmuskeln.
19. Musculus serratus anticus major, vorderer großer Sägemuskel.
a. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
b. Arteria carotis communis dextra, rechte gemeinſchaftliche Kopfpulsader.
c. Arteria carotis communis sinistra, linke gemeinſchaftliche Kopfpulsader.
d. Arteria subclavia dextra, rechte Schlüſſelbeinpulsader.
e. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüſſelbeinpulsader.
f. Arteria thyreoidea superior, obere Schilddrüſenpulsader.
g. Arteria lingualis, Zungenpulsader.
h. Arteria maxillaris externa, äußere Antlitzpulsader.
i. Arteria mammaria interna, innere Bruſtpulsader.
i′ Arteria epigastrica superior, obere Bauchdeckenpulsader.
k. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Nackenpulsader.
l. Arteria axillaris, Achſelpulsader.
m. Arteria brachialis, Armpulsader.
n. Arteriae intercostales, Zwiſchenrippenpulsader.
o. Vena jugularis communis, gemeinſchaftliche Droſſelblutader.
p. Vena jugularis interna, innere Droſſelblutader.
q. Vena jugularis externa, äußere Droſſelblutader.
r. Vena jugularis anterior, vordere Droſſelblutader.
r′ Vena thyreoidea inferior oder ima, untere Schilddrüſen-Blutader.
s. Vena subclavia, Schlüſſelbeinblutader.
t. Vena mammaria interna, innere Bruſtblutader.
u. Venae intercostales anteriores, vordere Zwiſchenrippenblutadern.
v. Vena cephalica, Speichenhautblutader.
w. Ductus thoracicus, Bruſtgang.
α. Nervus supra-clavicularis, Oberſchlüſſelbeinnerv.
β. Plexus brachialis dexter, rechtes Armnervengeflecht.
γ. Nervus subclavius, Schlüſſelbeinnerv.
δ. Nervi thoracici anteriores, vordere Bruſtkaſtennerven.
ε. Nervi thoracici posteriores, hintere Bruſtnerven oder Rückenſchulterblattnerven.
ζ. Nervus cutaneus brachii medius, mittlerer Hautnerv des Arms.
η. Nervus ulnaris, Ellbogennerv.
ϑ. Nervus medianus, Mittelarmnerv.
ι. Nervus radialis, Speichennerv.

Figur 2. Der Thorax im ſenkrechten Querdurchſchnitt von vorn geſehen.

A. Angulus ossis maxillae inferioris, Winkel des Unterkieferbeins.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Vertebra colli septima, ſiebenter Halswirbel.
D. Costa prima, erſte Rippe.
E. Costa septima, ſiebente Rippe.
F. Costa decima, zehnte Rippe.
G. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
H. Cartilago cricoidea, Ringknorpel.
J. Cartilagines annulares tracheae, Ringknorpel der Luftröhre.
K. Bronchi pulmonis dextri, Luftröhrenäſte der rechten Lunge.
L. Bronchi pulmonis sinistri, Luftröhrenäſte der linken Lunge.
M. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falſchen Rippe.
N. Membrana hyothyreoidea, Zungenbein-Schildknorpelhaut.
O. Ligamentum hyothyreoideum, Zungenbein-Schildknorpelband.
P. Ligamentum cricothyreoideum, Ring-Schildknorpelband.
Q. Ligamentum colli costae, Rippenhalsband.
I. Glandula sublingualis dextra, rechte Zungendrüſe.
II. Cordis ventriculus dexter, rechte Herzkammer.
II′ Cordis ventriculus sinister, linke Herzkammer.
II″ Atrium dextrum, rechter Vorhof.
II‴ Atrii sinistri auricula, linkes Herzohr.

III. Pulmo sinister, linke Lunge.
IV. Pleura costalis, Rippentheil des Bruſtfells.
V. Pleura diaphragmatica, Zwergfelltheil des Rippenfells.
VI. Peritoneum, Bauchfell.
VII. Ventriculus, Magen.
VIII. Omentum majus, großes Netz.
IX. Hepar, Leber.
1. Musculus styloglossus, Griffel-Zungenmuskel.
2. Musculus genioglossus, Kinn-Zungenmuskel.
3. Musculus hyoglossus, Zungenbein-Zungenmuskel.
4. Musculus constrictor pharyngis superior, oberer Schlundkopfſchnürer.
5. Musculus levator scapulae, Schulterblattheber.
6. Diaphragma, Zwerchfellmuskel.
7. Centrum tendineum diaphragmatis, ſchräger Mittelheil des Zwerchfells.
a. Arcus aortae, Aortenbogen.
b. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
c. Arteria carotis sinistra, linke Kopfpulsader.
d. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüſſelbeinpulsader.
e. Arteria coronaria cordis, Kranzader des Herzens.
f. Arteria pulmonalis communis, gemeinſchaftliche Lungenpulsader.
g. Arteria pulmonalis dextra, rechte Lungenpulsader.
h. Arteria pulmonalis sinistra, linke Lungenpulsader.
i. Vena cava superior, obere Hohlvene.
k. Vena jugularis communis, gemeinſchaftliche Droſſelvene.
l. Vena cava inferior, untere Hohlvene.
α. Nervus vagus, herumſchweifender Nerv.
β. Nervus hypoglossus, Zungenfleiſchnerv.
γ. Ramus descendens nervi hypoglossi, herabſteigender Aſt des Zungenfleiſchnerven.
δ. Plexus cervicalis mit dem nach unten zum Zwerchfell gehenden Phrenicus dexter, Halsgeflecht mit dem rechten Zwerchfellnerven.
ε. Nervus occipitalis major, großer Hinterhauptsnerv.
ζ. Plexus brachialis, Armnervengeflecht.
η. Nervus sympathicus, ſympathiſcher Nerv.
ϑ. Ganglion cervicale supremum, oberer Halsnervenknoten.
ι. Ganglion cervicale medium, mittlerer Halsnervenknoten.
κ. Ganglion cervicale infimum, unterer Halsnervenknoten.

I. Muskeln.

1. Halsmuskeln.

Die Erklärung der Halsmuskeln ſiehe bei Tafel 6 und zwar des

1. Kopfnickers, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 8; 1_1), auf S. 71;
2. zweibäuchigen Kiefermuskels, musculus digastricus maxillae inferioris (Taf. 8; 1_3), auf S. 71;
3. Kiefer-Zungenbeinmuskels, musculus mylohyoideus (Taf. 8; 1_4), auf S. 72;
4. Kinn-Zungenbeinmuskels, musculus geniohyoideus (Taf. 8; 1_5), auf S. 72;
5. Kinn-Zungenmuskels, musculus genioglossus (Taf. 8; 1_6, 2_2), auf S. 73;
6. Zungenbein-Zungenmuskels, musculus hyo-glossus (Taf. 8; 1_7, 2_3), auf S. 72;
7. Griffel-Zungenmuskels, musculus styloglossus (Taf. 8; 2_1), auf S. 73;
8. Zungenbein-Schildknorpelmuskels, musculus hyo-thyreoideus (Taf. 8; 1_8), auf S. 71;
9. Schulter-Zungenbeinmuskels, musculus omo-hyoideus (Taf. 8; 1_9), auf S. 71;
10. vordern Rippenhalters, musculus scalenus anticus (Taf. 8; 1_{10}), auf S. 75;
11. mittlern Rippenhalters, musculus scalenus medius (Taf. 8; 1_{11}), auf S. 75;
12. dreieckigen Bruſtmuskels, musculus triangularis sterni (Taf. 8; 1_{12}), auf S. 84;
13. obern Schlundkopfſchnürers, musculus constrictor pharyngis superior (Taf. 8; 2_4), auf S. 73.

2. Bruſtmuskeln.

Die Erklärung der Bruſtmuskeln ſiehe bei Tafel 7 und zwar des

1. großen Bruſtmuskels, musculus pectoralis major (Taf. 8; 1_{14}), auf S. 83;
2. kleinen Bruſtmuskels, musculus pectoralis minor (Taf. 8; 1_{15}), auf S. 83;
3. vordern großen Sägemuskels, musculus serratus anticus major (Taf. 8; 1_{16}), auf S. 84;
4. Zwiſchenrippenmuskeln, musculi intercostales (Taf. 8; 1_{18}, 2_6), auf S. 84.

3. Nackenmuskeln.

Die Erklärung der Nackenmuskeln ſiehe bei den Rückenmuskeln auf Tafel 9, und zwar des

1. Kappenmuskels, musculus cucullaris (Taf. 8; 1_2), auf S. 92;
2. Schulterblatthebers, musculus levator scapulae (Taf. 8; 2_5), auf S. 93;
3. breiten Rückenmarkes, musculus latissimus dorsi (Taf. 8; 1_{17}), auf S. 93.

4. Armmuskeln.

1. Deltamuskel, musculus deltoideus (Taf. 8; 1_{13}), ſiehe die Erklärung der Armmuskeln der Tafel 13 auf S. 114;
2. Zweiköpfiger Armmuskel, musculus biceps brachii. Siehe die Erklärung ebendaſelbſt.

5. Zwerchfell.

Das Zwerchfell, diaphragma (Taf. 8; 1_{13}, 2_7. Taf. 9; I VII. Taf. 12; 1_4), iſt ein flacher Muskel, welcher die Bruſthöhle von der Bauchhöhle trennt. Daſſelbe beſteht aus einem muskulöſen peripheren Theil (Taf. 8; 2_7), und einem faſerigen centralen Theil, centrum tendineum (Taf. 8; $2_7'$). Nach der Bruſthöhle zu iſt das Zwerchfell ſtark gewölbt, und zwar in der rechten Hälfte mehr als in der linken; nach der Bauchhöhle zu iſt es entſprechend concav. Der peripheriſche Theil zerfällt in einen Rippentheil, pars costalis, und einen Lendentheil, pars lumbalis. Der erſtere befeſtigt ſich an der innern Fläche der ſechs untern Rippen und an dem Schwertfortſatz des Bruſtbeins, während der Lendentheil mit drei Schenkeln auf jeder Seite von den obern Lendenwirbeln entſpringt, und zwar mit den innern Schenkeln, crura interna (Taf. 10; 1_1), von der vordern Fläche des dritten und vierten Lendenwirbels, mit den mittlern Schenkeln, crura media, von dem Seitenrande des zweiten Lendenwirbels, und mit den äußern Schenkeln, crura externa, von dem Seitenrande und Querfortſatze des erſten Lendenwirbels. Zwiſchen den innern Schenkeln bleibt eine Spalte, der Aortenſchlitz, hiatus aorticus, für den Durchgang der Aorta und des ductus thoracicus, welche ſich hinter der Aorta vereinigen und dann durch die Öffnung des Speiſeröhrenloches,

zum Durchtritt der Speiseröhre, auseinanderweichen, um sich schließlich in dem sehnigen Mitteltheil zu verlieren. In diesem befindet sich etwas mehr nach rechts das **viereitige Loch**, foramen quadrilaterum, für den Durchtritt der untern Hohlvene.

II. Athmungsorgane.

Die **Athmungsorgane**, organa respirationis, bestehen aus dem **Kehlkopf**, larynx (Taf. 8; 1C, 2G, 2H. Taf. 9; 1M und 1N), dessen Erklärung sich auf S. 73 bei Tafel 6 befindet; ferner aus der **Luftröhre**, trachea, welche eine aus 17 bis 20 übereinander liegenden Cförmigen Knorpeln, den **Ringknorpeln der Luftröhre**, cartilagines annulares tracheae (Taf. 8; 1D, 2J. Taf. 9; 1P), zusammengesetzte, und mit einer elastischen Faser-, einer Muskel- und Schleimhaut, membrana mucosa tracheae (Taf. 9; 1IV, 1V), ausgekleidete Röhre bildet, welche an ihrem vordern Umfange gewölbt, an dem hintern dagegen, wo zwischen den Enden der Cförmigen Knorpel eine Lücke bleibt, platt ist.

Das obere Ende der Luftröhre hängt mit dem Ringknorpel des Kehlkopfs zusammen, während das untere Ende sich vor dem Körper des dritten Brustwirbels hinter dem Aortenbogen in die **Luftröhrenäste**, bronchi (Taf. 9; 1Q, 1Q′) spaltet, welche in ihrem Bau ganz der Luftröhre ähnlich sind und in die Lungen eintreten, wo sie sich baumförmig in immer kleinere Aeste, bronchia (Taf. 8; 2H, 2X), zertheilen, an welchen schließlich die Cförmige Gestalt der Ringknorpel aufhört und in eine eckige übergeht, während die letzten feinsten Verzweigungen in den Lungenbläschen endigen.

Den letzten Theil des Respirationsorgans bilden die **Lungen**, pulmones (Taf. 8; 1II und 1II′, 2III). Es sind deren zwei, eine **rechte Lunge**, pulmo dexter, und eine **linke Lunge**, pulmo sinister, welche die beiden Seitenhälften des Brustkastens ausfüllen, und von hervorragenden Organen das Herz mit dessen großen Gefäßstämmen zwischen sich nimmt. Sonach bilden die Lungen zwei Theile, von zuckerhutartiger Form. An jeder Lunge, welche eine weiche, schwammige Beschaffenheit hat, unterscheidet man die **Spitze**, apex, welche abgerundet ist, und noch etwas über die erste Rippe hinaufragt, ferner die **Grundfläche**, basis, welche auf dem Zwerchfelle aufliegt, und dessen Convexität entsprechend concav ist, sowie die **äußere Fläche**, superficies costalis, welche den Rippen anliegt und wie diese gebogen ist, sodaß sie eine convexe Krümmung zeigt, und die **innere Fläche**, superficies interna, welche oben platt ist, und nur nach unten durch das dazwischen geschobene Herz eine Ausbuchtung hat. An der obern innern Fläche befindet sich die **Lungenwurzel**, hilus oder radix pulmonalis, jener Theil, an welchem die Luftröhrenäste, Pulsadern und Nerven ein-, die Blutadern und Lymphgefäße austreten. Jede Lunge besteht aus mehreren **Lappen**, lobi, welche durch die tiefen, bis fast auf die Lungenwurzel dringenden **Zwischenlappeneinschnitte**, incisurae interlobulares, voneinander getrennt sind. Solcher Lappen hat die rechte Lunge drei, einen obern, mittlern und untern, und zwei Einschnitte; die linke Lunge dagegen, welche etwas schmäler aber länger als die rechte Lunge ist, hat nur zwei Lappen und einen Einschnitt.

Jede Lunge ist von einem serösen Sacke, dem **Lungensacke oder Brustfelle**, pleura (Taf. 8; 1V, 2IV und V. Taf. 9; 1VIII′) umhüllt. Jedes Brustfell bildet einen vollkommen geschlossenen Sack, von welchen in jeder Seitenhälfte der Brust einer liegt. Die Wände des Sackes sind aneinandergedrückt, sodaß die denselben bildenden Platten sich berühren. Beide Platten, von denen die eine die innere Thoraxwand überkleidet und deshalb **Rippenfell**, pleura costalis (Taf. 8; 2IV. Taf. 9; 1VIII′) heißt, und die andere die Lunge überzieht, und deshalb **Lungenhaut**, pleura pulmonalis (Taf. 8; 1v), genannt wird, während der untere Theil, als **Zwerchfellhaut**, pleura phrenica oder diaphragmatica (Taf. 8; 2V), bezeichnet wird, gehen ununterbrochen ineinander über, und ist die Lunge gleichsam in den geschlossenen Sack hineingestülpt, sodaß sie von den doppelten Wänden des Sackes umgeben ist, dessen Außenseite fest mit der Brustwand und der Lunge verwachsen ist, während die Innenfläche frei und mit einem Pflasterepithel bedeckt ist. Der Theil des Brustfells, welcher sich zur innern Fläche der Lunge nach der Lungenwurzel zu, umschlägt, heißt das **Mittelfell**, mediastinum. Zwischen beiden Mittelfellen, dem rechten und dem linken, bleibt vor und hinter der Lungenwurzel ein Raum, die **vordere Mittelfellhöhle**, cavum mediastini anticum und die **hintere Mittelfellhöhle**, cavum mediastinum postici, welche erstere auf unserer Tafel durch die **Brustbeinhaut**, membrana sterni (Taf. 8; 1V) bedeckt ist.

III. Herz und Gefäße.

1. Das Herz.

Das **Herz**, cor (Taf. 8; 2II, 2II′, 2II″, 2II‴), ist ein hohler Muskel von der Gestalt eines senkrecht durchschnittenen Kegels und liegt in dem vordern Theil der Brusthöhle und zwar etwas mehr nach der linken als nach der rechten Seite. Man unterscheidet an dem Herzen die **Spitze**, mucro oder apex, welche nach unten, vorn und links gerichtet ist, die **Basis**, basis, welche nach oben, hinten und rechts sieht, sowie eine vordere obere convexe und eine hintere untere platte Seite, mit welcher letztern das Herz zum Theil auf dem Zwerchfelle aufliegt. Das Herz, welches einen muskulösen Sack darstellt, besteht aus zwei durch eine Scheidewand, das septum ventriculorum, getrennten Hälften, dem **rechten Herzen**, cor dextrum oder venosum, auch pulmonale (Taf. 8; 2II und 2II″), welche das venöse, d. h. kohlensäurereiche und sauerstoffarme Blut aus allen Theilen des Körpers aufnimmt und in die Lungen pumpt, und dem **linken Herzen**, cor sinistrum oder arteriosum, auch aorticum (Taf. 8; 2II′ und 2II‴), welches das aus dem rechten Herzen in die Lunge geschaffte venöse und daselbst arteriell, d. h. kohlensäurearm und sauerstoffreich gewordene Blut zugeführt bekommt, um es dann allen Theilen des Körpers zur Ernährung zuzuführen. Jede dieser Hälften ist wieder durch eine Querwand in zwei Theile geschieden, in einen obern, den **Vorhof**, atrium (Taf. 8; 2II″, 2II‴), und einen untern, die **Herzkammer**, ventriculus cordis (Taf. 8; 2II und 2II′). Durch eine Oeffnung in dieser Querwand, die **venöse Oeffnung**, ostium venosum oder atrio-ventriculare, steht der Vorhof mit der Kammer der betreffenden Herzhälfte in Verbindung, und zwar so, daß das Blut aus jenem in diese gelangen kann, aber nicht umgekehrt, indem die venöse Oeffnung dann durch ein Ventil geschlossen wird. Der rechte Vorhof und die rechte Herzkammer liegen nach vorn und rechts, während der linke Vorhof und die linke Kammer nach hinten und links in der Aushöhlung der innern Fläche der linken Lunge liegen. An der äußern Fläche des Herzens sieht man eine **Längsfurche**, sulcus longitudinalis, welche sowol an der vordern, wie an der hintern Seite des Herzens von der Basis zur Spitze herab-

linie, wodurch auch äußerlich die im Innern durch die Scheidewand bewirkte Theilung in zwei Hälften angedeutet wird, sowie eine Querfurche, sulcus transversus oder atrio-ventricularis, welche rings um das Herz herumläuft und äußerlich andeutet, wo sich im Innern die Querwände zwischen den Vorhöfen und Kammern befinden.

Die Vorhöfe sind nicht nur von den Kammern durch eine Querwand geschieden, sondern auch untereinander durch eine dünne Scheidewand, dem septum atriorum, getrennt. An jedem Vorhofe befindet sich nach vorn und der Mittellinie des Herzens zugekehrt an dem obern Winkel ein sackförmiger Anhang, das Herzohr, auricula cordis (Taf. 8; 2II‴). Die Wände der Vorhöfe sind dünner als die der Kammern, während wiederum die Wände der rechten Herzkammer dünner als die der linken sind.

Das ganze Herz steckt ähnlich wie die Lungen in einem vollkommen abgeschlossenen serösen Sacke, dem Herzbeutel, pericardium (Taf. 8; 1W), in welchen es von oben her gleichsam hineingestülpt ist. Die äußere Fläche des Herzens ist von dem eingestülpten Theile, dem innern oder visceralen Blatte des Herzbeutels überzogen und fest mit demselben verwachsen, während das äußere oder parietale Blatt, welches dem Rippenfelle entspricht, theils mit dem Zwerchfelle, theils mit dem Brustfelle verwachsen ist. In der geschlossenen Höhle des Herzbeutels befindet sich eine schwach gelbliche Flüssigkeit, der liquor pericardii.

2. Blutgefäße.

A. Gefäße des kleinen Kreislaufs.

Der kleine Kreislauf des Blutes, circulus sanguinis minor, auch die Lungenblutbahn genannt, ist kein vollständiger Kreislauf, sondern nur ein Theil des Gesammtkreislaufs des Körpers. Er beginnt mit der gemeinschaftlichen Lungenpulsader, arteria pulmonalis oder venosa communis (Taf. 8; 2f), in welche das rechte Herz durch die Arterienmündung, ostium arteriosum oder pulmonale, das in demselben befindliche venöse Blut treibt. An dieser Mündung befinden sich drei halbmondförmige Klappen, valvulae semilunares, welche als Ventile wirken und das Rücktreten des Blutes in die rechte Herzkammer verhindern. Die Lungenpulsader spaltet sich in einen rechten und linken Ast, die arteria pulmonalis dextra (Taf. 8; 2g), und die arteria pulmonalis sinistra (Taf. 8; 2h), für jede Lunge.

Indem sich die Zweige der Lungenarterie immer mehr spalten, gehen sie schließlich in die Haargefäße der Lunge über, aus deren Zusammenfluß dann die arterielles Blut führenden Lungenblutadern, venae pulmonales oder arteriosae, entstehen, welche in vier Stämmen, aus jeder Lunge zwei, in den linken Vorhof des Herzens münden, aus dem das arterielle Blut dann durch die venöse Oeffnung, ostium venosum, mit einem Ventil, der valvula mitralis oder bicuspitalis, in die linke Herzkammer gelangt.

B. Gefäße des großen Kreislaufs.

a) Pulsadern.

Der große Kreislauf des Blutes, circulus sanguinis major, auch Körperblutbahn genannt, beginnt in der arteriösen Mündung, ostium arteriosum oder aorticum, der linken Herzkammer, mit der großen Körperpulsader, arteria aorta (Taf. 8; 2a. Taf. 9; 1a). An ihrer Austrittsstelle aus der linken Herzkammer befinden sich wie bei der Lungenpulsader drei halbmondförmige Klappen, valvulae semilunares, welche das Zurücktreten des Blutes aus der Pulsader in die Herzkammer verhindern.

Gleich am Anfangstheil der großen Körperschlagader, der Aortenwurzel oder Aortenzwiebel, bulbus aortae, entspringt:

1. Die rechte Kranzpulsader des Herzens, arteria coronaria cordis dextra (Taf. 8; 2e, im sulcus transversus dexter), welche ihren Ursprung da nimmt, wo im Innern die vordere rechte halbmondförmige Klappe liegt und dann zwischen rechtem Vorhof und rechter Herzkammer in der Querfurche der rechten Herzhälfte von vorn um das rechte Herz nach hinten läuft und sich dann in der hintern Längenfurche zur Spitze des Herzens begibt.

2. Die linke Kranzpulsader des Herzens, arteria coronaria cordis sinistra (Taf. 8; 2e, im sulcus longitudinalis anterior), welche ihren Ursprung da aus der Aorta nimmt, wo im Innern die vordere linke halbmondförmige Klappe liegt, und sich dann in zwei Zweige theilt, von denen der eine in der vordern Längsfurche (Taf. 8; 2e) zur Spitze des Herzens herabläuft, während der andere zwischen linkem Vorhof und linker Herzkammer in der linken Querfurche von vorn um das linke Herz nach hinten gelangt.

Von der linken Herzkammer steigt die große Körperpulsader, als aufsteigende Aorta, aorta ascendens, von hinten links und unten nach vorn rechts und oben in die Höhe, und biegt sich hier wieder nach links und hinten um, den Aortenbogen, arcus aortae (Taf. 8; 2a. Taf. 9; 1a) bildend, aus dessen nach oben gekehrter Convexität die ungenannte Pulsader, die linke gemeinschaftliche Kopfpulsader und die linke Schlüsselbeinpulsader entspringen.

a) Die ungenannte Pulsader, arteria anonyma oder innominata (Taf. 8; 1a, 2b. Taf. 9; 1a), theilt sich wieder in die rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader und die rechte Schlüsselbeinpulsader.

b) Die gemeinschaftliche Kopfpulsader, eine rechte, arteria carotis communis dextra (Taf. 8; 1b. Taf. 9; 1d), aus der arteria anonyma, und eine linke, arteria carotis communis sinistra (Taf. 8; 1c, 2i. Taf. 9; 1m), aus dem arcus aortae, theilt sich auf jeder Seite in die äußere Kopfpulsader, carotis externa oder facialis (Taf. 6; 1a, 2a), und in die innere Kopfpulsader, arteria carotis interna oder cerebralis (Taf. 6; 2b, 2c).

Von der äußern Kopfpulsader entspringen folgende Zweige:

1. Die obere Schilddrüsenpulsader, arteria thyreoidea superior (Taf. 8; 1f).
2. Die Zungenpulsader, arteria lingualis (Taf. 8; 1g.)
3. Die äußere Antlitzpulsader, arteria maxillaris externa (Taf. 8; 1h).

Die hintern und obern Zweige der äußern Kopfpulsader sind auf dieser Tafel nicht sichtbar.

c) Die Schlüsselbeinpulsader, eine rechte, arteria subclavia dextra (Taf. 8; 1e. Taf. 9; 1d), aus der arteria anonyma, und eine linke, arteria subclavia sinistra (Taf. 8; 1n, 2d. Taf. 9; 1e), aus dem arcus aortae, gibt folgende Zweige ab:

a) nach oben:

1. Die Wirbelpulsader, arteria vertebralis (Taf. 9; 1f).
2. Die untere Schilddrüsenpulsader, arteria thyreoidea inferior (Taf. 9; 1h).
3. Die aufsteigende Nackenpulsader, arteria cervicalis ascendens (Taf. 9; 1i).

4. Die oberflächliche Nackenpulsader, arteria cervicalis superficialis (Taf. 8; 1k. Taf. 9; 1k).
5. Die quere Schulterblattpulsader, arteria transversa scapulae (Taf. 9; 1l).

Die quere Nackenpulsader, arteria transversa colli und die tiefe Nackenpulsader, arteria cervicalis profunda, gleichfalls obere Zweige der Schlüsselbeinpulsader, haben nicht zur Darstellung gelangen können.

b) Nach unten:

1. Die innere Bruſtpulsader, arteria mammaria interna (Taf. 8; 1i. Taf. 9; 1g), welche nach unten in die obere Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica superior (Taf. 8; 1i′) übergeht und mit der arteria epigastrica inferior anaſtomoſirt.
2. Die obere Zwiſchenrippenpulsader, arteria intercostalis suprema. Iſt nicht ſichtbar zu machen geweſen.

Die Schlüſſelbeinpulsader geht in die Achſelpulsader, arteria axillaris (Taf. 8; 1l), und dieſe wieder in die Armpulsader, arteria brachialis (Taf. 8; 1m) über, deren weiterer Verlauf auf Tafel 13 zu ſehen iſt.

Vom Aortenbogen ſteigt die große Körperpulsader wieder nach abwärts und bildet die abſteigende Aorta, aorta descendens, deren oberſter in der Bruſthöhle gelegener Theil die abſteigende Bruſtaorta, aorta descendens thoracica (Taf. 9; 1b), iſt.

Von dieſer gehen außer verſchiedenen kleinern Zweigen die hintern Zwiſchenrippenarterien, arteriae intercostales posteriores (Taf. 9; 1o), aus. Dieſelben ſind neun Stück auf jeder Seite, für den dritten bis elften Zwiſchenrippenraum. Sie ſpalten ſich ſehr bald nach ihrer Entſtehung in einen Rücken- und in einen Zwiſchenrippenzweig, ramus dorsalis und ramus intercostalis. Während der erſtere nach hinten tritt, läuft der zweite im Zwiſchenrippenraume nach vorn und theilt ſich in einen obern Zweig, ramus superior oder infracostalis und einen untern Zweig, ramus inferior oder supracostalis, indem der erſtere am untern Rande der höher gelegenen Rippe, der zweite längs des obern Randes der tiefer gelegenen Rippe verläuft.

Von der innern Bruſtpulsader, arteria mammaria interna, entſpringen die vordern Zwiſchenrippenpulsadern, arteriae intercostales anteriores (Taf. 8; 1n), welche in den ſechs erſten Zwiſchenrippenräumen von vorn nach hinten verlaufen und mit den hintern Zwiſchenrippenpulsadern anaſtomoſiren.

b) Blutadern.

Die Pulsadern, arteriae, des großen Kreislaufs, nachdem ſie ſich in den verſchiedenen Theilen und Organen des Körpers in die kleinſten Zweige, die Haargefäße, geſpalten, vereinigen ſich wieder zu größern Stämmen, den Blutadern, venae, des großen Kreislaufs, welche, während jene ſauerſtoffreiches, arterielles Blut führen, ſauerſtoffarmes und kohlenſäurereiches, venöſes Blut enthalten.

Sämmtliche Blutadern des großen oder Körperkreislaufs vereinigen ſich in der obern Hohlvene, vena cava superior oder descendens (Taf. 8; 2i), in der untern Hohlvene, vena cava inferior oder ascendens (Taf. 8; 2l. Taf. 9; 1p), und in den Herzvenen, venae cordis. Dieſe ſämmtlichen Blutadern münden in den rechten Vorhof, aus welchem das Blut durch die Vorhofsmündung, ostium venosum, in die rechte Herzkammer gelangt.

Die obere Hohlvene ſetzt ſich zuſammen aus den beiden gemeinſchaftlichen Droſſelvenen, venae jugulares communes oder anonymae, einer rechten, dextra, und einer linken, sinistra (Taf. 8; 1o, 2k). Und dieſe nehmen wiederum auf:

1. Die innere Droſſelader, vena jugularis interna (Taf. 8; 1p).
2. Die äußere Droſſelader, vena jugularis externa oder superficialis (Taf. 8; 1q).
3. Die vordere Droſſelader, vena jugularis anterior (Taf. 8; 1r).
4. Die untere Schilddrüſenblutader, vena thyreoidea inferior (Taf. 8; 1r′).
5. Die Schlüſſelbeinblutader, vena subclavia (Taf. 8; 1s), welche eine Fortſetzung der Achſelblutader, vena axillaris, iſt und die Speichenhautvene, vena cephalica (Taf. 8; 1v), aufnimmt.
6. Die innere Bruſtblutader, vena mammaria interna (Taf. 8; 1t), in welche die vordern Zwiſchenrippenblutadern, venae intercostales anteriores (Taf. 8; 1u) münden, während die hintern Zwiſchenrippenblutadern, venae intercostales posteriores (Taf. 9; 1q), in die unpaarige und halbunpaarige Blutader eintreten.

c) Lymphgefäße.

Den Hauptſtamm der Lymphgefäße oder Saugadern, vasa lymphatica, bildet der Bruſtgang, ductus thoracicus oder truncus lymphaticus communis sinister (Taf. 8; 1w. Taf. 9; 1r), welcher in der Bruſthöhle an der rechten und hintern Seite der großen abſteigenden Körperpulsader, aorta thoracica descendens, liegt. In der Gegend des ſechsten Bruſtwirbels ſteigt der Bruſtgang hinter der Speiſeröhre in die Höhe und läuft im obern Theile der Bruſthöhle mehr an der linken Seite zwiſchen der Aorta und Speiſeröhre, geht dann hinter dem Bogen der Aorta weg, erreicht in der Gegend des ſiebenten Halswirbels die linke Schlüſſelbeinblutader, geht hinter dieſer in die Höhe, beugt ſich dann nach vorwärts und mündet in dem Winkel, den die linke Schlüſſelbeinblutader mit der linken innern Droſſelader bildet, in jene.

IV. Nerven.

Die auf unſerer Tafel verzeichneten Nerven ſtammen entweder vom Gehirn und Rückenmark, oder ſie gehören dem ſympathiſchen Nerven an.

Von Gehirnnerven ſind zu verzeichnen:

1. Der herumſchweifende Nerv, nervus vagus (Taf. 8; 2α, ſ. auch Taf. 7; 2η), und
2. der Zungenfleiſchnerv, nervus hypoglossus (Taf. 8; 2β, ſ. auch Taf. 7; 2θ), mit dem herabſteigenden Aſte, ramus descendens hypoglossi (Taf. 8; 2γ), welcher ſich mit Nervenfäden vom herumſchweifenden Nerven und vom Halsgeflecht verbindet und Aeſte zum Herzgeflecht abgibt.

Von Rückenmarksnerven iſt zu erwähnen:

1. Das Halsgeflecht, plexus cervicalis (Taf. 8; 2δ), von vordern Zweigen der vier obern Halsnerven mit den nach unten durch die Bruſthöhle zum Zwerchfell gehenden Zwerchfellnerven, nervi phrenici.
2. Der große Hinterhauptsnerv, nervus occipitalis major, welcher aus dem zweiten Halsnerven entſpringt.
3. Die Oberſchlüſſelbeinnerven, nervi supraclaviculares (Taf. 8; 1α).
4. Das Armgeflecht, plexus brachialis (Taf. 8;

13, 23), von den vordern Zweigen der vier untern Hals- und dem ersten Brustnerven ausgehend.

Aus dem Armgeflecht nehmen folgende Nerven ihren Ursprung:

a) Der Schlüsselbeinnerv, nervus subclavius (Taf. 8; 1γ).

b) Die vordern Brustkastennerven, nervi thoracici anteriores (Taf. 8; 1δ), zwei bis fünf Stück.

c) Die hintern Brustkastennerven oder Rückenschulterblattnerven, nervi thoracici posteriores (Taf. 8; 1ε).

d) Der mittlere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus brachii medius (Taf. 8; 1ζ).

e) Der Ellbogennerv, nervus ulnaris oder cubitalis (Taf. 8; 1η).

f) Der Mittelarmnerv, nervus medianus (Taf. 8; 1θ).

g) Der Speichennerv, nervus radialis (Taf. 8; 1ι).

Von dem sympathischen Nerven, nervus sympathicus (Taf. 8; 2η), ist außer dem Stamm sichtbar:

1. Der oberste Halsknoten, ganglion cervicale supremum (Taf. 8; 2ϑ).
2. Der mittlere Halsknoten, ganglion cervicale medium oder thyreoideum (Taf. 8; 1ι).
3. Der untere Halsknoten, ganglion cervicale infimum (Taf. 8; 2κ).

V. Unterleibsorgane.

Die Erklärung der auf dieser Tafel dargestellten Theile und Organe des Unterleibes siehe im Text zu Tafel 11, und zwar:

1. die Querfascie des Unterleibes, fascia transversalis abdominis (Taf. 8; 1X), auf S. 106;
2. das Bauchfell, peritoneum (Taf. 8; 1Y, 2VI), auf S. 106;
3. den Magen, ventriculus (Taf. 8; 2VII), auf S. 103;
4. das große Netz, omentum majus (Taf. 8; 2VIII), auf S. 106;
5. die Leber, hepar (Taf. 8; 2IX), auf S. 104.

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 8; 1A und B, 1E bis 1O, 1Q bis 1T, 2A bis 2F und 2M) sind bei Tafel 2, 3 und 4 sowie bei Tafel 5 auf S. 27—28, 43—45, 58—59 erläutert.

Tafel 9.

Diese Tafel zeigt uns in Figur 1 den geöffneten Thorax nach Entfernung sämmtlicher Brusteingeweide von vorn gesehen, sowie den obern Theil des Rumpfes von hinten nach Entfernung der Haut, sodaß die Nacken-, Rücken- und Schultermuskeln zur Darstellung gelangen.

Figur 1. Der Thorax im senkrechten Querdurchschnitt nach Entfernung sämmtlicher Brusteingeweide von vorn gesehen.

A. Os maxillare inferius, Unterkiefer.
B. Os hyoideum, Zungenbein.
C. Vertebra colli septima, siebenter Halswirbel.
D. Costa prima, erste Rippe.
E. Costa septima, siebente Rippe.
F. Costa decima, zehnte Rippe.
G. Claviculae pars acromialis, Schulterblattende des Schlüsselbeins.
H. Scapula, Schulterblatt.
J. Spina scapulae, Schultergräte.
I. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
K. Cavitas glenoidea scapulae dissecta, Durchschnitt durch die Gelenkfläche des Schulterblattes.
L. Caput humeri dissectum, durchschnittener Gelenkkopf des Oberarmbeins.
M. Cartilago thyreoidea, Schildknorpel.
N. Cartilago cricoidea, Ringknorpel des Kehlkopfes.
O. Epiglottis, Kehldeckel.
P. Tracheae cartilagines annulares, Ringknorpel der Luftröhre.
Q. Bronchus sinister, linker Luftröhrenast.
Q′ Bronchus dexter, rechter Luftröhrenast, geöffnet.
R. Cartilago articularis cavitatis glenoidea scapulae dissecta, Gelenkknorpel der Gelenkfläche des Schulterblattes im Durchschnitt.
S. Membrana hyothyreoidea, Zungenbein-Schildknorpelhaut und Zungenbeinschildknorpelband.
T. Ligamentum thyreo-epiglotticum, Schild-Kehldeckelband.
U. Ligamentum cricothyreoideum oder conoideum, Ring-Schildknorpelband.
V. Ligamentum colli costae, Rippenhalsband.
W. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
X. Tendo musculi bicipitis, Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
I. Tonsillae, Mandeln.
II. Uvula cum gandulis mucosis, Zäpfchen mit den Schleimdrüsen.
II′ Velum palatinum, Gaumensegel.
III. Membrana mucosa pharyngis, Schleimhaut des Rachens.
IV. Membrana mucosa tracheae ab extrema parte, Schleimhaut der Luftröhre von der äußern Seite gesehen.
V. Membrana mucosa tracheae, facies interna, innere Seite der Schleimhaut der Luftröhre.
VI. Membrana mucosa bronchi dextri, Schleimhaut des rechten Luftröhrenastes.
VIII. Diaphragma, Zwerchfell.
VII. Oesophagus, Speiseröhre.
VIII′ Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
IX. Cardia ventriculi, Magenmund.
X. Ventriculus, Magen.
X′ Curvatura ventriculi major, große Magenkrümmung.
X″ Linea qua omentum majus rescitum est, Linie, von welcher das große Netz abgeschnitten ist.
XI. Hepatis pars sinistra divisa, Durchschnitt durch den linken Leberlappen.
XII. Vesicula fellea aperta, geöffnete Gallenblase.
XIII. Splen, Milz.
1. Musculus glosso-palatinus, Gaumen-Zungenmuskel.
2. Musculus pharyngopalatinus, Gaumenschlundkopfmuskel.
3. Musculus longus colli, langer Halsmuskel.
4. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwischenrippenmuskeln.
a. Arcus aortae, Aortenbogen.
b. Aorta thoracica descendens, absteigende Brustaorta.
c. Arteria innominata, ungenannte Pulsader.
d. Arteria carotis dextra communis, rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader.
e. Arteria subclavia dextra, rechte Schlüsselbeinpulsader.

f. Arteria vertebralis, Wirbelpulsader.
g. Arteria mammaria interna, innere Bruſtpulsader.
h. Arteria thyreoidea inferior, untere Schilddrüſenpulsader.
i. Arteria cervicalis ascendens, aufſteigende Nackenpulsader.
k. Arteria cervicalis superficialis, oberflächliche Nackenpulsader.
l. Arteria transversa scapulae, quere Schulterblattpulsader.
m. Arteria carotis communis sinistra, linke gemeinſchaftliche Kopfpulsader.
n. Arteria subclavia sinistra, linke Schlüſſelbeinpulsader.
o. Arteriae intercostales, Zwiſchenrippenpulsader.
p. Vena cava inferior, untere Hohlvene.
q. Venae intercostales posteriores, hintere Zwiſchenrippenpulsadern.
r. Ductus thoracicus, Bruſtgang.
α. Nervus vagus, herumſchweifender Nerv.
β. Nervus recurrens oder nervus laryngeus inferior, rücklaufender oder unterer Kehlkopfnerv.
γ. Nervi tracheales inferiores, untere Luftröhrennerven.
δ. Plexus pulmonalis, Lungengeflecht.
ε. Plexus oesophageus anterior, vorderes Speiſeröhrengeflecht.
ζ. Plexus gastricus anterior, vorderes Magengeflecht des Vagus.
η. Nervus sympathicus, ſympathiſcher Nerv.
η′ Nervi sympathici ganglion cervicale supremi, oberer Halsknoten des ſympathiſchen Nerven.
η′ Ganglion cervicale medium, mittlerer Halsnervenknoten.
η″ Ganglion cervicale infimum, unterer Halsnervenknoten.

Figur 2. Der Thorax von hinten nach Entfernung der Haut.

A. Scapulae margo posterior, hinterer Rand des Schulterblattes.
B. Spina scapulae, Schultergräte.
C. Acromion, Schulterhöhe.
D. Extremitas acromialis claviculae, Schulterhöhenende des Schlüſſelbeins.
E. Tuberculum majus ossis humeri, größerer Oberarmknochenhöcker.
F. Costae, Rippen.
1. Musculus sternocleido-mastoideus, Kopfnicker.
2. Musculus cucullaris, Kappenmuskel.
3. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
4. Musculus splenius capitis, Bauſchmuskel des Kopfes.
5. Musculus splenius colli, Bauſchmuskel des Halſes.
6. Musculus levator anguli scapulae, Schulterblattheber.
7. Musculus rhomboideus minor, kleiner Rautenmuskel.
8. Musculus rhomboideus major, großer Rautenmuskel.
9. Musculus serratus posticus inferior, hinterer unterer Sägemuskel.
10. Musculus biventer cervicis, zweibäuchiger Nackenmuskel.
11. Musculus complexus cervicis, durchflochtener Nackenmuskel.
12. Musculus transversalis cervicis, querer Nackenmuskel.
13. Musculus lumbo-costalis, Lenden-Rippenmuskel.
14. Musculus longissimus dorsi, langer Rückenmuskel.
15. Musculus spinalis dorsi, Dornmuskel des Rückens.
16. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer ſchiefer Bauchmuskel.
17. Musculus serratus anticus major, vorderer großer Sägemuskel.
18. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
19. Musculus supraspinatus, Obergrätenmuskel.
20. Musculus infraspinatus, Untergrätenmuskel.
21. Musculus teres minor, kleiner runder Armmuskel.
22. Musculus teres major, großer runder Armmuskel.
23. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
24. Musculi intercostales externi, äußere Zwiſchenrippenmuskeln.
a. Arteria transversa scapulae, quere Schulterblattpulsader.
b. Arteria circumflexa scapulae, umgebogene Schulterblattpulsader.
b′ Arteria dorsalis scapulae, Schulterblattrückenpulsader.
c. Arteria thoracica longa, lange Bruſtkaſtenpulsader.
d. Rami musculares ex arteriis intercostalibus, Muskelzweige aus den Zwiſchenrippenpulsadern.
α. Nervus dorsalis scapulae, Schulterblattrückennerv.
β. Nervus suprascapularis, Oberſchulterblattnerv.
γ. Nervi suprascapulares rami ad musculum supraspinatum, Zweige des Oberſchulterblattnerven zum Obergrätenmuskel.
δ. Nervi suprascapulares rami ad musculum infraspinatum, Zweige des Oberſchulterblattnerven zum Untergrätenmuskel.
ε. Nervus thoracicus dorsalis, Bruſtkaſtenrückennerv.
ζ. Nervus circumflexus brachii oder axillaris, Achſelnerv.
η. Nervus cutaneus brachii posterior, hinterer Hautnerv des Arms.
θ. Nervi cutanei pectorales, Hautnerven der Bruſt.
ι. Rami posteriores nervorum cervicalium, hintere Zweige der Halsnerven.
κ. Rami posteriores nervorum dorsalium, hintere Zweige des Rückennerven.

Muskeln.

I. Muskeln am Nacken und Rücken.

A. **Erſte Schicht der Nacken-Rückenmuskeln.**

1. **Der Kappenmuskel**, musculus cucullaris oder trapezius (Taf. 6; 1_{10}. Taf. 7; 1_2. Taf. 8; 1_1. Taf. 9; 1_2).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut des Nackens und des Rückens.

Anſätze:
a) Der äußere Hinterhauptsſtachel, die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins, das Nackenband und die Stachelfortſätze der Brustwirbel.
b) Das Schulterblattende des Schlüſſelbeins, die Schulterhöhe und die Schultergräte.

Wirkung:
Zieht die Schulter und mit dieſer den Arm ſtark nach rückwärts, wirkt nur der obere Theil, ſo hebt er jene in die Höhe, wirkt dagegen nur der untere Theil, ſo zieht er dieſelbe nach abwärts.

1. Der **breite Rückenmuskel**, musculus latissimus dorsi (Taf. 8; 1_{17}. Taf. 9; 2_3. Taf. 12; 2_1).

Lage:
Liegt nach unten von der Haut der Lenden- und Kreuzbeingegend, nach oben von dem Kappenmuskel bedeckt, und bildet mit seinem obern und äußern Theile die hintere Wand der Achselhöhle.

Ansätze:
a) Die Stachelfortsätze der sechs bis acht untern Brust-, sowie aller Lenden- und Kreuzbeinwirbel, ferner der hintere Theil des obern Randes des Darmbeins und die vier untern Rippen.
b) Die spina tuberculi minoris, des Oberarmbeins.

Wirkung:
Zieht den Arm nach hinten an den Rumpf und rollt ihn dabei etwas nach innen.

Zweite Schicht der Nacken- und Rückenmuskeln.

Muskeln der zweiten Schicht am Nacken.

1. **Bauschmuskel des Kopfes**, musculus splenius capitis (Taf. 6; 1_{20}, 2_{10}. Taf. 9; 2_4).

Lage:
Bedeckt vom Kappenmuskel und theilweise vom Rautenmuskel.

Ansätze:
a) Die Stachelfortsätze des dritten bis siebenten Hals- und des ersten und zweiten Brustwirbels.
b) Der Warzenfortsatz des Schläfenbeins und die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.

Wirkung:
Wirken beide Muskeln gemeinschaftlich, so strecken sie den Kopf, wirkt nur einer, so zieht er den Kopf schief nach hinten.

2. **Bauschmuskel des Halses**, musculus splenius colli (Taf. 6; 1_{21}, 2_{20}. Taf. 9; 2_5).

Lage:
Neben dem Bauschmuskel des Kopfes an dessen äußerer Seite.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des dritten bis fünften Brustwirbels.
b) Die Querfortsätze des ersten bis dritten Halswirbels.

Wirkung:
Zieht den Hals schief nach hinten, wobei er denselben etwas dreht; wirken beide Muskeln zusammen, so strecken sie den Hals.

3. **Schulterblattheber**, musculus levator anguli scapulae (Taf. 6; 1_{22}, 2_{21}. Taf. 7; 1_{19}. Taf. 8; 2_2. Taf. 9; 2_6).

Lage:
Neben dem Bauschmuskel des Halses, an dessen äußerer Seite.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des ersten bis vierten Halswirbels.
b) Der obere, innere Winkel des Schulterblattes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt in die Höhe.

b) Muskeln der zweiten Schicht am Rücken.

1. **Der kleine oder obere Rautenmuskel**, musculus rhomboideus minor oder superior (Taf. 6; 2_{22}. Taf. 9; 2_7).

Lage:
Zwischen dem hintern Rande des Schulterblattes und der Wirbelsäule.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des sechsten und siebenten Halswirbels.
b) Der obere Theil der äußern Lippe des hintern Randes des Schulterblattes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach rückwärts und dabei etwas nach oben.

2. **Der größere oder untere Rautenmuskel**, musculus rhomboideus major oder inferior (Taf. 9; 2_8).

Lage:
Am untern Rande des kleinen Rautenmuskels.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des ersten bis vierten Brustwirbels.
b) Der untere Theil der äußern Lippe der Basis des Schulterblattes.

Wirkung:
Zieht das Schulterblatt nach rückwärts.

3. **Der untere hintere Sägemuskel**, musculus serratus posticus inferior (Taf. 9; 2q. Taf. 12; 2_2).

Lage:
Unter dem breiten Rückenmuskel in der Lendengegend.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des elften und zwölften Brust-, sowie des ersten und dritten Lendenwirbels.
b) Der untere Rand der vier untern Rippen.

Wirkung:
Zieht die vier untern Rippen nach abwärts.

4. **Der obere hintere Sägemuskel**, musculus serratus posticus superior, ist auf unserer Tafel nicht sichtbar.

Lage:
Unter den Rautenmuskeln.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des sechsten und siebenten Hals- sowie des ersten und zweiten Brustwirbels.
b) Die äußern Flächen der zweiten bis fünften Rippe in der Nähe der Rippenwinkel.

Wirkung:
Zieht die zweite bis fünfte Rippe in die Höhe.

C. Dritte Schicht der Nacken- und Rückenmuskeln.

Die Muskeln dieser Schicht liegen unter der vorhergehenden Schicht und entspringen zum größten Theil von den Querfortsätzen der Brustwirbel.

a) Muskeln der dritten Schicht am Nacken.

1. **Der zweibauchige Nackenmuskel**, musculus biventer cervicis (Taf. 6; 2_{18}. Taf. 9; 2_{10}).

Lage:
Unmittelbar neben dem Nackenbande oben vom Kappenmuskel, unten von den beiden Bauschmuskeln bedeckt.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des vierten bis sechsten Brustwirbels und die Dornfortsätze des dritten und vierten Brustwirbels.
b) Der mittlere Theil der obern halbkreisförmigen Linie des Hinterhauptsbeins.

Wirkung:
Zieht den Kopf nach hinten.

2. **Der durchflochtene Nackenmuskel**, musculus complexus cervicis (Taf. 9; 2_{11}).

Lage:
Nach außen vom zweibauchigen Nackenmuskel, mit welchem er verwachsen ist.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des ersten bis dritten Brustwirbels und die Gelenkfortsätze des dritten bis siebenten Halswirbels.
b) Die obere halbkreisförmige Linie des Hinterhauptsbeins.

Wirkung:
Zieht den Kopf nach rückwärts.

3. Querer Nackenmuskel, musculus transversalis cervicis (Taf. 9; 2_{12}).

Lage:
An der Seite des Nackens.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des ersten bis sechsten Brustwirbels.
b) Die Querfortsätze des zweiten bis sechsten Halswirbels.

Wirkung:
Wirken die Muskeln beider Seiten zugleich, so strecken sie den Hals, wirkt nur einer, so wird der Hals nach der Seite dieses gebeugt.

Die übrigen Nackenmuskeln der dritten Schicht haben nicht dargestellt werden können, der Vollständigkeit wegen führen wir sie hier an, da man sich durch die Angabe der Ansätze ein Bild ihrer Lage machen kann, es sind:

4. Der Nacken-Warzenmuskel, musculus trachelo-mastoideus.

Lage:
Zwischen dem vorigen Muskel und dem durchflochtenen Nackenmuskel.

Ansätze:
a) Die Querfortsätze des fünften bis siebenten Hals-, sowie des ersten bis dritten Brustwirbels, und die Gelenkfortsätze des fünften bis siebenten Halswirbels.
b) Der hintere Theil des Warzenfortsatzes des Schläfenbeins.

Wirkung:
Zieht den Kopf nach rückwärts sowie nach seiner Seite.

5. Aufsteigender Nackenmuskel, musculus cervicalis ascendens.

Lage:
Zwischen dem queren Nackenmuskel, an dessen äußerer Seite er sich befindet, und zwischen dem hintern Rippenhalter, an der Seite des Halses.

Ansätze:
a) Der obere Rand der dritten bis sechsten Rippe in der Nähe der Rippenwinkel.
b) Die Querfortsätze des dritten bis sechsten Halswirbels.

Wirkung:
Beugt den Hals nach seiner Seite, kann auch die Rippen heben.

b) Muskeln der dritten Schicht am Rücken.

Es ist hier nur ein Muskel zu nennen, der jedoch in verschiedene Theile zerfällt:

Der gemeinschaftliche Rückgratsstecker, musculus sacro-lumbaris oder extensor trunci communis.

Lage:
Zu beiden Seiten der Wirbelsäule und an der hintern Fläche derselben, vom Kreuzbein bis herauf zum Nacken.

Ansätze:
Der gemeinschaftliche Bauch, die Hauptmasse des Muskels, welche zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule liegt, entspringt von der hintern Fläche des Kreuzbeins, von der tuberositas ossis ilei, und dem hintern Theile des Hüftbeinkamms, sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

In der Gegend der letzten Rippe theilt sich der gemeinschaftliche Bauch in zwei Partien, die nun getrennte Muskeln bilden, und zwar:

α. Den langen Rückenmuskel, musculus longissimus dorsi (Taf. 9; 2_{14}).

Lage:
Hinter den Querfortsätzen der Brustwirbel.

Ansatz:
In acht äußere Portionen getrennt am Halse der dritten bis zehnten Rippe, und in zwölf innere an den Querfortsätzen sämmtlicher Brustwirbel.

β. Den Lenden-Rippenmuskel, musculus lumbocostalis (Taf. 9; 2_{13}).

Lage:
An den hintern Enden der Rippen, nach innen vom Rippenwinkel.

Ansatz:
In zwölf Portionen getrennt an dem untern Rande einer jeden Rippe in der Gegend des Rippenwinkels. Außerdem verbinden sich mit dem Muskel von dem obern Rande der sieben untern Rippen ausgehend Muskelbündel, die mit der Hauptmasse zu den höher gelegenen Rippen aufsteigen.

Wirkung:
Wirkt der Gesammtmuskel auf beiden Seiten, so streckt er den Rücken, zieht er sich jedoch nur auf der einen Seite zusammen, so beugt er die Wirbelsäule nach dieser. Der Lenden-Rippenmuskel zieht auch die Rippen nach abwärts.

Die übrigen Schichten der Nacken- und Rückenmuskeln, welche meist kürzer und kleiner sind, haben nicht zur Darstellung gelangen können, weshalb wir sie hier übergehen; erwähnen wollen wir nur noch den

Dornmuskel des Rückens, musculus spinalis dorsi (Taf. 9; 2_{15}).

Lage:
Zwischen dem langen Rückenmuskel an dessen innerer Seite und den Dornfortsätzen der Wirbel.

Ansätze:
a) Die Dornfortsätze des zehnten bis zwölften Brust-, sowie des ersten und zweiten Lendenwirbels.
b) Die Dornfortsätze des zweiten bis achten Brustwirbels.

Wirkung:
Dient mit zur Streckung der Wirbelsäule.

II. Halsmuskeln.

Kopfnicker, musculus sternocleido-mastoideus (Taf. 9; 2_1), siehe den Text zu Tafel 6, S. 71.

III. Brustmuskeln.

Vorderer großer Sägemuskel, musculus serratus anticus major (Taf. 9; 2_{17}), und die äußern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 9; 2_{24}).

Ueber diese beiden Muskeln siehe den Text zu Tafel 7, S. 83 und 84.

IV. Schultermuskeln.

Die Muskeln an der Schulter finden sich abgehandelt bei den Armmuskeln der Tafel 13, siehe deshalb wegen des:

1. Deltamuskels, musculus deltoideus (Taf. 9; 2_{18}), S. 114;

2. Obergrätenmuskels, musculus supraspinatus (Taf. 9; 2_{19}), S. 114;

3. Untergrätenmuskels, musculus infraspinatus (Taf. 9; 2_{20}), S. 114;
4. kleinen runden Armmuskels, musculus teres minor (Taf. 9; 2_{21}), S. 114;
5. großen runden Armmuskels, musculus teres major (Taf. 9; 2_{22}), S. 114;
6. dreiköpfigen Muskels, musculus triceps brachii (Taf. 9; 2_{23}), S. 114.

V. Bauchmuskeln.

Aeußerer schiefer Bauchmuskel, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 9; 2_{16}), siehe den Text zu Tafel 10 auf S. 97.

Gefäße.

I. Pulsadern.

Die Pulsadern (Taf. 9; 1a bis 1o) sind bereits bei Tafel 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 89 fg.

Die quere Schulterblattpulsader, arteria transversa scapulae (Taf. 9; 2o), ist ein Zweig der Schlüsselbeinpulsader, von welcher sie ausgehend durch den Schulterblatteinschnitt zur Obergrätengrube des Schulterblattes gelangt.

Die Schulterblattrückenpulsader, arteria dorsalis scapulae (Taf. 9; 2b′), ist ein Ast der queren Nackenpulsader, arteria transversa colli, welche wiederum ein Zweig der Schlüsselbeinpulsader ist. Sie läuft an der Basis des Schulterblattes zwischen den Rautenmuskeln und dem vordern großen Sägemuskel.

Die umgebogene Schulterblattpulsader, arteria circumflexa scapulae (Taf. 9; 2_c), ist ein Ast der Unterschulterblattpulsader, arteria subscapularis; welche wiederum ein Zweig der Achselpulsader ist. Von der Unterschulterblattpulsader ausgehend schlägt sie sich um den vordern Rand des Schulterblattes herum, um zur Untergrätengrube zu gelangen.

Die lange Brustkastenpulsader, arteria thoracica longa (Taf. 9; 2c), ist die Fortsetzung des Stammes der Unterschulterblattpulsader, welche an der Seite des Thorax herabläuft.

Die Muskelzweige aus den Zwischenrippenpulsadern, rami musculares ex arteriis intercostalibus (Taf. 9; 2o), sind die nach hinten durchbohrenden Rückenäste, rami dorsales oder posteriores, der hintern Zwischenrippenpulsadern.

II. Blutadern.

Die Blutadern, Taf. 9; 1p und 1q, sind bereits bei Tafel 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 90.

III. Saugadern.

Der Brustgang, ductus thoracicus (Taf. 9; 2r), ist bereits erwähnt im Text zu Tafel 8 auf S. 90.

Nerven.

Von Gehirnnerven finden wir auf dieser Tafel nur einen, den

herumschweifenden Nerv oder Lungenmagennerv, nervus vagus oder nervus pneumogastricus (Taf. 9; 1α), in seinem Verlauf außerhalb der Schädelhöhle. Hier steigt er zu beiden Seiten des Halses zur Brusthöhle herab, innerhalb welcher er im cavum mediastini postici bis zum Zwerchfell herabsteigt, durch dessen Speiseröhrenloch er hindurchtritt, um bis zum Magen zu gelangen.

Von Zweigen des herumschweifenden Nerven haben wir hier zu erwähnen:

1. Den zurücklaufenden Nerven, nervus recurrens oder laryngeus inferior (Taf. 9; 1β), welcher im obern Theile der Brusthöhle sich vom Stamme abtrennt und rechts hinter der Schlüsselbeinpulsader, links um den Aortenbogen herum zurück zum Kehlkopf läuft.

2. Die untern vordern Luftröhrennerven, nervi tracheales inferiores oder bronchiales anteriores (Taf. 9; 1γ), welche mit den Luftröhrenästen zur Lunge verlaufen und das

Lungengeflecht, plexus pulmonalis (Taf. 9; 1δ), bilden.

3. Das Speiseröhrengeflecht, plexus oesophageus (Taf. 9; 1ε), welches die Fortsetzung der in zahlreiche Fäden zerspaltenen Stämme der herumschweifenden Nerven ist, die vielfach untereinander anastomosiren und ein vorderes und hinteres Speiseröhrengeflecht, plexus oesophageus anterior (Taf. 9; 1ε) und posterior, bilden.

Das Ende des herumschweifenden Nerven bildet schließlich das

Magengeflecht, plexus gastricus (Taf. 9; 1ξ), welches die Fortsetzung des Speiseröhrengeflechts ist und sich an der vordern und hintern Magenwand ausbreitet, zu welcher es durch das foramen oesophageum gelangt.

Rückenmarksnerven.

Die auf dieser Tafel vorkommenden Rückenmarksnerven stammen entweder vom Armgeflecht oder von den Brustnerven her. Von erstern kommen:

1. Der Schulterblattrückennerv, nervus dorsalis scapulae oder thoracius posterior (Taf. 9; 2α).
2. Der Oberschulterblattnerv, nervus suprascapularis (Taf. 9; 2β), der durch die incisura scapulae zum Schulterblatt gelangt und sich zerspaltet in:
   a) den Zweig zum Obergrätenmuskel, ramus ad musculum supraspinatum (Taf. 9; 1γ),
   b) den Zweig zum Untergrätenmuskel, ramus ad musculum infraspinatum (Taf. 9; 2δ).
3. Der Brustrückennerv, nervus thoracicus dorsalis (Taf. 9; 2ε).
4. Der Achselnerv, nervus axillaris oder circumflexus brachii (Taf. 9; 2ζ), von welchem der

hintere Hautnerv des Armes, nervus cutaneus posterior brachii (Taf. 9; 2η), ein Zweig ist.

5. Die hintern Aeste der Halsnerven, rami posteriores nervorum cervicalium (Taf. 9; 2ι), welche nach hinten die Muskeln durchbohren.

Von Brustnerven haben wir:

1. Die Hautnerven der Brust, nervi cutanei pectorales (Taf. 9; 2θ), welche die Fortsetzung der Zwischenrippennerven sind.
2. Die hintern Zweige, rami posteriores nervorum dorsalium (Taf. 9; 2κ), welche die Rückenmuskeln durchbohren.

Sympathischer Nerv.

Der Sympathische Nerv, [illegible] (Taf. 9; 1η), ist bereits bei Tafel 8 abgehandelt worden, ebenso der obere, [illegible] Halsknoten, ganglion [illegible] und infimum nervi sympathici [illegible], weshalb wir auf S. [illegible] verweisen.

Hals- und Brustgeflechte.

Die Erklärung der [illegible] (Taf. 9; 1 bis [illegible] und 1 VIII), [illegible] siehe deshalb S. [illegible]

Baucheingeweide.

Die Baucheingeweide (Taf. 9; 1 VIII bis 1 XIII) werden abgehandelt bei Tafel 11, ſ. deshalb S. 102 fg.

Knochen.

Die Knochen (Taf 9; 1 A bis 1 L und 2 A bis 2 E) ſind bei Tafel 2, 3 und 4 auf S. 27 fg., 35 fg. u. 43 fg. erläutert.

Tafel 10.

Der Unterleib, abdomen, iſt der Theil des Rumpfes, welcher unterhalb der Bruſt liegt, und bis zum Becken reicht. Sein vorderer Theil heißt der Bauch, venter, der hintere das Lendenſtück, regiones lumbares. Der Bauch wiederum wird in drei Bezirke eingetheilt: in die Oberbauchgegend, regio epigastrica, welche den Raum vom Schwertfortſatz des Bruſtbeins und der Herzgrube bis zum untern Rand der Rippen und bis in die Nähe des Nabels einnimmt, in die mittlere Bauchgegend, regio mesogastrica, in welcher der Nabel der Mittelpunkt iſt und welche ſich von der untern Grenze der Oberbauchgegend bis zu einer Linie erſtreckt, welche von dem obern vordern Hüftbeinſtachel der einen Seite zu dem der andern Seite gezogen wird, und in die Unterbauchgegend, regio hypogastrica, welche von obengenannter Linie bis zum Schambogen und den horizontalen Aeſten der Schambeine reichen. Die Oberbauchgegend wird wiederum in die rechte und linke Unterrippengegend, hypochondrium dextrum und sinistrum oder regio hypochondriaca dextra und sinistra, ſowie in die zwiſchen dieſen beiden mitten innen liegende Oberbauchgegend im engern Sinne, von welcher die Herzgrube, anticardium, den oberſten Abſchnitt bildet, getheilt. Desgleichen unterſcheidet man bei der mittlern Bauchgegend eine rechte und linke Darmbeingegend, regio iliaca dextra und sinistra, welche die Weichen einnehmen und über dem mittlern Theile der beiden Darmbeinkämme liegen, während der nach vorn dazwiſchen ſich befindende Abſchnitt die Nabelgegend, regio umbilicalis, genannt wird. Endlich wird der hinterſte, zu beiden Seiten der Wirbelſäule gelegene Theil dieſer Bauchgegend die Lendengegend, regio lumbaris, genannt. Bei der Unterbauchgegend unterſcheidet man noch einen mittlern Theil, regio hypogastrica medialis, und zwei ſeitliche Theile, die Leiſtengegend, regio hypogastrica lateralis oder inguinalis.

Figur 1. Vorderanſicht des Unterleibes, die rechte Seite nach Entfernung der Haut, die linke Seite nach Entfernung des äußern ſchiefen Bauchmuskels.

A. Costa septima, ſiebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilium, vorderer oberer Darmbeinſtachel.
D. Os pubis, Schambein.
E. Cartilago costarum spuriarum, Knorpel der falſchen Rippe.
F. Linea alba, weiße Linie.
G. Ligamentum Poupartii, Leiſtenband oder Schenkelbogen.
H. Aponeurosis musculi obliqui abdominis externi, Sehne des äußern ſchrägen Bauchmuskels.
J. Annulus abdominis externus, äußerer Bauchring.
K. Aponeurosis musculi obliqui abdominis interni, Sehne des innern ſchrägen Bauchmuskels.
L. Fascia musculi recti abdominis, Sehnenſcheide des geraden Bauchmuskels.
M. Tunica dartos scroti, Fleiſchhaut des Hodenſackes.
N. Ligamentum suspensorium penis, Aufhängeband des Gliedes.
O. Fascia lata femoris, Oberſchenkelbinde.
P. Fossa semicircularis, halbovale Grube.
I. Testis cuti scrotali obductus, Hoden mit der Haut des Hodenſackes überzogen.
II. Testis musculo cremastro obductus, Hoden mit dem Hodenmuskel bedeckt.
III. Glandula lymphatica, Lymphdrüſe.
IV. Penis facia superficiali obductus, Glied von der Oberhaut bedeckt.
V. Glans penis, Eichel.
1. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer ſchiefer Bauchmuskel.
2. Musculus obliquus abdominis internus, innerer ſchiefer Bauchmuskel.
3. Musculus cremaster, Hodenmuskel.
4. Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
5. Musculi intercostales externi, äußere Zwiſchenrippenmuskeln.
6. Musculus sartorius in fascia lata, Schneidermuskel in der Oberſchenkelbinde eingeſchloſſen.
7. Musculus tensor fasciae latae, Schenkelbindenſpanner.
a. Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
b. Arteriae pudendae externae, äußere Schampulsadern.
c. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
d. Vena cruralis, Schenkelblutader.
e. Vena saphena magna, große Roſenader.
f. Venae cutaneae femoris, Hautvenen des Oberſchenkels.
α. Nervus ileoinguinalis, Hüftleiſtennerv.

Figur 2. Vorderanſicht des Unterleibes, die rechte Seite nach Entfernung des innern ſchiefen Bauchmuskels, die linke Seite nach Entfernung ſämmtlicher Bauchdecken.

A. Costa septima, ſiebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Processus xiphoideus sterni, Schwertfortſatz des Bruſtbeins.
D. Spina anterior superior ossis ilium, oberer vorderer Hüftbeinſtecher.
E. Crista iliaca, Hüftbeinkamm.
F. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
G. Cartilaginum costalium pars, Theil der Knorpel der falſchen Rippen.
H. Aponeurosis musculi transversi abdominis, Sehne des queren Bauchmuskels.
J. Pars fasciae transversae, Theil der Querfaſcie des Unterleibes, welche die gemeinſame Hülle des Samenſtranges und Hodens bildet.
K. Paries postica canalis inguinalis, hintere Wand des Leiſtenkanals.
L. Ligamentum suspensorium penis, Aufhängeband des Gliedes.
M. Ligamentum Poupartii, Leiſtenband.
M′ Ligamentum Gimbernati, Gimbernatiſches Band.
N. Fascia lata femoris, pars superior, oberer Theil der Schenkelbinde.
O. Umbilicus, Nabel.
I. Testiculus, Hoden.
II. Corpus cavernosum penis, Schwellkörper des Gliedes im Durchſchnitt.
III. Glans penis, Eichel.
IV. Urethrae, pars anterior, vorderer Theil der Harnröhre.

V. Fossa navicularis urethrae oder Morgagnii, Morgagnische Grube der Harnröhre.
VI. Vesicae urinariae facies anterior, vordere Seite der Harnblase.
VII. Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
VIII. Pleura diaphragmatica, Zwerchfelltheil des Brustfells.
IX. Pulmo, Lunge.
X. Ventriculus, Magen.
XI. Omentum majus, großes Netz.
XII. Intestinum ileum, Krummdarm.
1. Musculus rectus abdominis, gerader Bauchmuskel.
1′ Inscriptiones tendineae, sehnige Querstreifen des geraden Bauchmuskels.
2. Musculus pyramidalis abdominis, Pyramidenmuskel des Unterleibes.
3. Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
4. Musculi intercostales interni, innere Zwischenrippenmuskeln.
5. Musculus sartorius, Schneidermuskel.
6. Musculus tensor fasciae latae, Spanner der Oberschenkelbinde.
7. Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
8. Musculus pectineus, Kammmuskel.
9. Musculus adductor femoris longus, langer Zieher des Beins.
10. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
11. Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
12. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
13. Musculus rectus externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
14. Musculus cruralis, Oberschenkelmuskel.
a. Arteria cruralis, Oberschenkelpulsader.
b. Arteria circumflexa ilium, Kranzpulsader der Hüfte.
c. Arteria epigastrica interna oder inferior, innere oder untere Bauchdeckenpulsader.
d. Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
e. Arteria pudenda externa, äußere Schampulsader.
f. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
g. Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
h. Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Ast der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
i. Arteria dorsalis penis, Rückenpulsader des Gliedes.
k. Vena cruralis, Schenkelblutader.
l. Vena epigastrica, Bauchdeckenblutader.
m. Vena saphena magna, große Rasenader.
n. Nervus cruralis, Schenkelnerv.

Muskeln.

I. Bauchmuskeln.

Die Bauchmuskeln, musculi abdominis, zerfallen in Muskeln an der Seitenwand, an der vordern Wand und an der hintern Wand des Bauches.

a) Muskeln an der Seitenwand des Bauches.

1. Äußerer schiefer Bauchmuskel, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 7; 1_{19}. Taf. 9; 2_{10}. Taf. 10; 1_1).

Lage:
Zu beiden Seiten des Bauches, unmittelbar unter der Haut desselben.

Ansätze:
a) Mit acht Zacken am untern Rande der acht untern Rippen, zwischen den Zacken des vordern großen Sägemuskels und des breiten Rückenmuskels sich einschiebend.
b) Die weiße Linie des Bauches, linea alba (Taf. 10; 1F), der Dornfortsatz des horizontalen Astes des Schambeins und der Schambeinkamm, sowie der äußere Rand des Hüftkamms.

Wirkung:
Verengt die Bauchhöhle, und wirkt dadurch auf die Entleerung des Darm- und Blaseninhalts u. s. w., zieht auch die Rippen nach abwärts.

2. Innerer schiefer Bauchmuskel, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 7; 1_{20}. Taf. 10; 1_2).

Lage:
Unter dem äußern schiefen Bauchmuskel.

Ansätze:
a) Die äußere Hälfte des Leistenbandes, der Hüftkamm und die Rückenlendenfascie.
b) Die untern Ränder der drei untersten Rippen und die weiße Linie des Bauches.

Wirkung:
Wie der äußere schräge Bauchmuskel.

3. Querer Bauchmuskel, musculus transversus abdominis (Taf. 10; 2_3).

Lage:
Unter dem innern schiefen Bauchmuskel.

Ansätze:
a) Die innere Fläche der sieben untern Rippenknorpel, die Rückenlendenfascie, der innere Rand des Hüftbeinkammes und die äußere Hälfte des Leistenbandes.
b) Die weiße Linie.

Wirkung:
Schnürt den Leib zusammen.

b) Muskeln an der vordern Wand des Bauches.

1. Gerader Bauchmuskel, musculus rectus abdominis (Taf. 7; 1_{22}. Taf. 10; 1_4, 2_1).

Lage:
Neben der Mittellinie des Bauches, eingehüllt in der fascia recto-abdominalis (Taf. 10; 1L). Beide Muskeln werden durch die weiße Linie, linea alba (Taf. 10; 1F), voneinander getrennt. Die geraden von oben nach unten verlaufenden Fleischbündel dieses Muskels sind von drei, zuweilen von vier ziemlich gleich weit voneinander entfernten sehnigen Querstreifen (Taf. 7; 1_{22}. Taf. 10; 1_1′) durchsetzt, die jedoch meistentheils nicht durch die ganze Dicke des Muskels gehen und oft auch nicht die ganze Breite desselben einnehmen; stets sind sie aber mit der Sehnenscheide des Muskels verwachsen.

Ansätze:
a) Die vordere Fläche des fünften bis siebenten Rippenknorpels und der Schwertfortsatz des Brustbeins.
b) Die Schambeinfuge.

Wirkung:
Verengt die Bauchhöhle, zieht die Rippen nach abwärts und beugt den Rumpf nach vorn.

2. Der Pyramidenmuskel des Unterleibes musculus pyramidalis abdominis (Taf. 10; 2_2).

Lage:
Am untern Ende des geraden Bauchmuskels denselben an dieser Stelle bedeckend, zu beiden Seiten der weißen Linie.

Ansätze:
a) Der innere Theil des horizontalen Astes des Schambeins und die Schambeinfuge.
b) Die weiße Linie.

Wirkung:
Spannt die weiße Linie.

3. Hodenmuskel, musculus cremaster (Taf. 10; 1 II, 1_8).

Lage:
Am Samenstrange, ausgehend vom innern schiefen Bauchmuskel, von welchem der Hodenmuskel ein abgetrennter Theil ist.

Ansätze:
a) Der innere schiefe Bauchmuskel.
b) Die gemeinschaftliche Scheidenhaut des Samenstranges und Hodens.

Wirkung:
Zieht den Hoden in die Höhe.

c) Muskeln an der hintern Wand der Bauchhöhle.

Viereckiger gerader Lendenmuskel, musculus quadratus lumborum. Hat nicht zur Darstellung gelangen können. Der Vollständigkeit wegen und da man sich leicht seine Lage und sein Bild vorstellen kann, führen wir ihn hier an.

Lage:
Neben den Lendenwirbeln.

Ansätze:
a) Der innere Rand des hintern Theils des Darmbeinkammes, das Darmbeinlendenband und der Querfortsatz des fünften Lendenwirbels.
b) Die Querfortsätze der vier obern Lendenwirbel, und der untere Rand des hintern Endes der zwölften Rippe.

Wirkung:
Biegt die Wirbelsäule nach seiner Seite, und zieht die zwölfte Rippe nach abwärts.

Nach oben gegen die Brusthöhle wird die Bauchhöhle von dem Zwerchfell, diaphragma (Taf. 10; 2 VIII), abgeschlossen. Dasselbe ist bereits bei Taf. 8 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 87.

Hier lassen sich zugleich am zweckmäßigsten einige sehnige Gebilde besprechen, die zu den Muskeln der vordern und seitlichen Bauchwand in innigster Beziehung stehen. Es sind:

Die weiße Linie, linea alba (Taf. 7; 1_{21}. Taf. 10; 1F), welche von den in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßenden Sehnen der seitlichen Bauchmuskeln gebildet wird. Sie läuft vom Schwertfortsatz des Brustbeins zur Schambeinfuge. Auf ihr liegt der Nabel, umbilicus (Taf. 10; 20).

Das Leisten- oder Schenkelband, Ligamentum Poupartii oder arcus cruralis (Taf. 10; 1 G, 2 M. Taf. 11; 2 K). Dasselbe wird gebildet von dem untern nach innen umgerollten Rande der Aponeurose des äußern schiefen Bauchmuskels, aponeurosis musculi obliqui abdominis externi (Taf. 10; 1 H), welcher sich von dem obern vordern Darmbeinstachel schief nach innen und unten zur Schambeinfuge erstreckt. Durch die Umrollung des freien Saumes der Aponeurose entsteht eine Rinne, in welcher der Samenstrang verläuft. Derselbe durchbohrt die Aponeurose nach vorn, welche Spalte der äußere Bauchring, annulus abdominalis externus oder inguinalis externus (Taf. 10; J), genannt wird, im Gegensatz zum innern Bauchring, annulus abdominalis internus, womit die nach der Bauchhöhle zu sehende Oeffnung des Leistenkanals, canalis inguinalis, bezeichnet wird, in welchem der Samenstrang verläuft. Die hintere Wand des Leistenkanals (Taf. 10; 2 K) wird auch von dem untern Theile der Sehne des innern schiefen Bauchmuskels, aponeurosis musculi obliqui abdominis interni (Taf. 10; 1 K), und der Sehne des queren Bauchmuskels, aponeurosis musculi transversi abdominis (Taf. 10; 2 H), gebildet.

Das Gimbernatische Band, ligamentum Gimbernati (Taf. 10; 2 M'), ist der Theil des Leistenbandes, welcher sich in Gestalt eines dreieckigen sehnigen Bandes an den Schambeinkamm ansetzt.

Die Querfascie des Unterleibes, fascia transversa abdominis (Taf. 8; 1 X), ist eine sehnige Haut, welche den queren Bauchmuskel an seiner Innenfläche überzieht und am Leistenkanal sich in denselben hinein erstreckt.

II. Brustmuskeln.

Die äußern und innern Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales externi (Taf. 10; 1, und interni (Taf. 10; 2_4), sind bereits bei Tafel 7 behandelt worden, weshalb wir auf S. 84 verweisen.

III. Muskeln an der untern Extremität.

Die Muskeln der untern Extremität dieser Tafel finden ihre Erklärung erst bei Taf. 14, siehe deshalb wegen des

1. Schneidermuskels, musculus sartorius (Taf. 10; 1_6, 2_5), S. 126;

2. Spannmuskel der Oberschenkelbinde, musculus tensor fasciae latae (Taf. 10; 1_7, 2_6), sowie der Oberschenkelbinde, fascia lata femoris (Taf. 10; 1 O, 2 N), und der halbovalen Grube, fossa semiovalis (Taf. 10; 1 P), S. 125;

3. geraden Oberschenkelmuskels, musculus rectus femoris (Taf. 10; 2_7), S. 126;

4. Kammmuskels, musculus pectineus (Taf. 10; 2_9), S. 126;

5. langen Zuziehers des Beins, musculus adductor longus femoris (Taf. 10; 2_9), S. 126;

6. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 10; 2_{10}), S. 126;

7. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliacus internus (Taf. 10; 2_{11}), S. 124;

8. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 10; 2_{12}), S. 124;

9. äußern großen Schenkelmuskels, musculus rectus externus (Taf. 10; 2_{13}), S. 126;

10. Oberschenkelmuskels, musculus cruralis (Taf. 10; 2_{14}), S. 126.

Blutgefäße.

Die Pulsadern (Taf. 10; 1a bis 1c und 2a bis 2l) sowie die Blutadern (Taf. 10; 1d bis 1f und 2k bis 2m) werden erwähnt bei Taf. 12, S. 108 u. 109.

Nerven.

Ueber die Nerven (Taf. 10; 1α und 2α) siehe Text zu Taf. 12, S. 110.

Brusteingeweide.

Die Erklärung der Brusteingeweide (Taf. 10; 2 bis 2IX), siehe bei Taf. 8, S. 88.

Baucheingeweide.

Die Erklärung der Baucheingeweide (Taf. 10; 2 bis 2XII) siehe bei Taf. 11, S. 102—106.

Harnorgane.

Der Harnapparat oder die Harnorgane, organa urinaria, bestehen in ihren Haupttheilen aus den Nieren, den Harnleitern, der Harnblase und der Harnröhre.

Nieren.

Die Nieren, renes (Taf. 12; 1 VII), sind zwei aus schlauchförmigen Drüsen gebaute Organe von bohnenförmiger Gestalt, welche in der rechten und linken Lendengegend, zur Seite des ersten bis dritten Lendenwirbels, vor den zwei letzten Rippen und dem obern Theile des viereckigen Lendenmuskels liegen. An jeder Niere unterscheidet man eine vordere und hintere Fläche, welche schwach gewölbt sind, und zwar die erstere mehr als die letztere, sowie einen äußern größern stark convexen, und einen innern kleinen concaven Rand. In dem letztern befindet sich ein Längeneinschnitt, hilus renalis, in welchem die Gefäße in die Nieren eintreten, sowie zugleich mit dem Harnleiter nach außen gelangen.

Harnleiter.

Der Harnleiter oder Harngang, ureter (Taf. 12; 1 VII'), ist eine lange, enge, cylindrische Röhre, welche aus dem Nierenbecken, pelvis renalis, hervorgeht, und nach unten zum Becken läuft, wo sie an der hintern untern Seite der Blase die Wand derselben schräg durchbohrt.

Harnblase.

Die Harnblase oder Urinblase, vesica urinaria (Taf. 10; 2 VI. Taf. 11; 1 XI, 2 XVI), ist ein häutiger, länglicher Sack, welcher im kleinen Becken unmittelbar hinter der Schambeinfuge und den Schambeinen liegt. Man unterscheidet an der Blase, welche aus einer innern Schleim- und einer darauffolgenden Muskelhaut besteht, den Körper, corpus vesicae, den mittlern Theil, den Scheitel, vertex, die obere Wölbung, und den Grund, fundus vesicae, der nach vorn in den Blasenhals, collum vesicae, übergeht, aus welchem die Harnröhre ihren Ursprung nimmt und wo beim Manne die Vorsteherdrüse, prostata (Taf. 11; 2 XVII), liegt. An der Seite des Körpers der Harnblase liegen die Seitenbänder, ligamenta vesicae lateralia (Taf. 11; 1 G'), welche nach aufwärts convergirend zum Nabel verlaufen, die Ueberbleibsel der frühern Nabelpulsadern des fötalen Blutkreislaufs. Von dem Scheitel der Blase geht gleichfalls ein Band zum Nabel in die Höhe, das mittlere Blasenband, ligamentum vesicale medium oder ligamentum suspensorium vesicae, auch Harnstrang, urachus (Taf. 11; 1 G) genannt, welcher gleichfalls ein Rest des embryonalen Lebens ist.

Harnröhre.

Die Harnröhre, urethra (Taf. 10; 2 IV. Taf. 11; 1 XII), ist eine runde, mit Schleimhaut ausgekleidete Röhre, welche den Ausführungsgang der Harnblase bildet. Sie erstreckt sich vom Blasenhalse nach vor- und abwärts, und läuft unter der Schambeinfuge hinweg, um sich an den äußern Geschlechtstheilen zu öffnen. Die mit der Blase in Verbindung stehende Oeffnung der Harnröhre heißt die Blasenöffnung, ostium vesicale, während die nach außen gerichtete Oeffnung die Hautöffnung, ostium cutaneum, genannt wird.

Wesentlich verschieden ist die weibliche von der männlichen Harnröhre, während jene kurz, etwa 1½ Zoll lang und weit ist, ist diese enger und länger, etwa 8 Zoll lang.

An der männlichen Harnröhre unterscheidet man drei Theile, den hintern oder Anfangstheil, auch weil er von der Vorsteherdrüse umgeben ist, Vorsteherdrüsentheil, pars prostatica urethrae, genannt, den häutigen Theil, pars membranacea urethrae, welcher der engste ist und unter dem Schambogen liegt, und den schwammigen Theil, corpus cavernosum urethrae. Der letztere ist der längste, beginnt mit einem dicken Körper, der Harnröhrenzwiebel, bulbus urethrae (Taf. 11; 1 XIV), und endet auf der Spitze der Eichel, innerhalb welcher sie sich zu der Fossa navicularis urethrae (Taf. 10; 2 V), erweitert.

Geschlechtstheile.

Die Geschlechtstheile oder Zeugungsorgane, organa genitalia oder sexualia, sind zweierlei Art, männliche und weibliche. In unsern Abbildungen haben nur die erstern einen Platz gefunden, weshalb wir diese auch nur einer Betrachtung unterwerfen.

Männliche Geschlechtstheile.

An den männlichen Geschlechtstheilen, organa genitalia virilia, unterscheidet man den Hodensack, die Hoden, den Samenstrang mit dem Samenleiter, die Samenbläschen und die Vorsteherdrüse sowie das männliche Glied.

Hodensack.

Der Hodensack, scrotum (Taf. 10; 1 I), wird durch die äußere Haut gebildet, welche zwischen den beiden Schenkeln und vor dem Schambogen beutelförmig herabhängt. Derselbe wird in verticaler Richtung durch eine linienförmige Erhabenheit, die Naht, raphe, welche vom Gliede rückwärts über den Damm bis zum After verläuft, in zwei Hälften getheilt, die auch im Innern durch eine Scheidewand getrennt werden. An den Hodensack nach innen legt sich die Fleischhaut, tunica dartos (Taf. 10; 1 M), die durch lockeres Zellgewebe mit der äußern Haut verwachsen ist, und sich nach oben in die oberflächliche Fascie des Bauches, Dammes und des Gliedes verliert.

Hoden.

Die Hoden, testes oder testiculi, auch orchides und didymi genannt (Taf. 10; 1 I, 1 II, 2 I. Taf. 11; 1 XV), sind zwei länglich ovale Körper, ungefähr von der Größe und Gestalt eines Taubeneies, welche eingehüllt in der gemeinsamen Scheidenhaut des Hodens, tunica vaginalis propria testis (Taf. 11; 1 XVI), und bedeckt vom Hodenmuskel, musculus cremaster (Taf. 10; 1 II), im Hodensack nur durch die Scheidewand des Hodensackes, septum scroti, voneinander getrennt, liegen. Jeder Hode besteht aus dem eigentlichen Hoden, testis oder didymus (Taf. 11; 1 XV), welcher aus röhrenförmigen Drüsen zusammengesetzt ist, die durch eine fibröse Kapsel, die weiße Haut, tunica albuginea (Taf. 11; 1 XV), zusammengehalten werden, und dem Nebenhoden, epididymis (Taf. 11; 1 XVI'), einem länglichen, cylinderförmigen Körper, in welchen die Drüsenschläuche des Hodens münden. Derselbe entspringt am obern Ende des Hodens, welcher Theil des Nebenhodens der Kopf, caput epididymidis, genannt wird. Er verläuft dann an der hintern Seite des Hodens, wo er mit seinem untern Ende, dem Schwanze, cauda epididymidis, in den Samenleiter, vas deferens, übergeht. Der mittlere Theil des Nebenhodens heißt der Körper, corpus epididymidis. Der Nebenhoden bildet eine vielfach gewundene Röhre, die wie eine Wulst an der hintern Seite des Hodens liegt.

Samenstrang.

Der Samenstrang, funiculus spermaticus (Taf. 1 XVII, 2 XVIII), welcher sich vom untern [illegible] Nebenhodens, im Hodensacke verlaufend, [illegible] Leistenringe begibt, dann im Leistenkanale [illegible]

durch den innern Leistenring in die Bauchhöhle gelangt, ist von rundlicher Gestalt. Er besteht aus dem Samenleiter oder Samengang, vas deferens, den Blut- und Lymphgefäßen, sowie den Nerven des Hodens, und wird von der gemeinsamen Scheidenhaut des Hodens und Samenstrangs, tunica vaginalis communis testis et funiculi spermatici (Taf. 10; 2J), umhüllt, um welche letztere sich noch der Hodenmuskel lagert.

Der Samenleiter, vas deferens, ein cylindrischer Kanal, von Rabenkielgröße, ist die Fortsetzung des Nebenhodens, und verläuft im Samenstrang. Bei seinem Eintritt in die Bauchhöhle durch den innern Leistenring trennt er sich vom Samenstrang und läuft zum Blasengrund. Daselbst nähern sich die beiderseitigen Samenleiter immer mehr, sodaß sie dicht nebeneinander liegen. Sie gehen dann zur Vorsteherdrüse und münden, nachdem sie zuvor die Ausführungsgänge der an ihren äußern Seiten gelegenen Samenbläschen aufgenommen haben, in den Vorsteherdrüsentheil der Harnröhre.

Samenbläschen.

Die Samenbläschen, vesiculae seminales oder spermaticae, sind zwei längliche häutige Säckchen, die am Blasengrunde nach außen von den Samenleitern liegen, mit welchen sich ihr Ausführungsgang zu dem Ausspritzungsgang, ductus ejaculatorius, vereinigt, der wie schon erwähnt in den Anfangstheil der Harnröhre mündet.

Vorsteherdrüse.

Die Vorsteherdrüse, glandula prostata (Taf. 11; 2XVII), ist eine traubige Drüse von der Form einer Kastanie, welche dicht vor dem Blasenhalse liegt und den Anfangstheil der Harnröhre umgibt.

Männliches Glied.

Das männliche Glied oder die Ruthe, membrum virile oder penis (Taf. 10; 1IV), auch priapus genannt, ist ein länglicher Körper von schwammiger Beschaffenheit, an dessen unterer Seite die Harnröhre liegt. Der hintere an den Schambeinen befestigte Theil des Gliedes heißt die Wurzel, radix penis, an welcher sich das Aufhängeband der Ruthe, ligamentum suspensorium penis (Taf. 10; 1N, 2L), befindet. Der obere Theil des Gliedes heißt der Rücken, dorsum penis, welcher breit und flach ist, und im erschlafften Zustande nach vorn sieht. Zusammengesetzt wird das Glied aus den zwei Schwellkörpern, corpora cavernosa penis (Taf. 10; 2II. Taf. 11; 1XIII), zwei walzenförmigen, von einer starken fibrösen Hülle, der weißen Haut, tunica albuginea, umgebenen Körpern. In der durch die beiden aneinander stoßenden Schwellkörper gebildeten Rinne an der untern Fläche des Gliedes liegt die Harnröhre. Nach vorn werden die beiden Schwellkörper von der Eichel, glans penis, auch balanus oder caput penis genannt (Taf. 10; 1V, 2III), umfaßt, welche die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat, und von der Harnröhre durchbohrt wird, welche auf dem Scheitel der Eichel nach außen mündet. Innerhalb der Eichel erweitert sich auch die Harnröhre zu der sogenannten Morgagnischen Grube, fossa Morgagni oder navicularis (Taf. 10; 2V). Die Basis der Eichel wird von einem wulstigen abgerundeten Rande umgeben, welcher die Krone, corona glandis, heißt. Wie die Schwellkörper, wird auch die Eichel von der äußern Haut überzogen, die hier den Namen Vorhaut, praeputium, führt und sich von der Eichel zurückstreifen läßt, indem sie nur um die Krone herum, sowie durch das Bändchen, frenulum praeputii, an der untern hintern Seite der Eichel, festgewachsen ist. Die innere Platte der Vorhaut geht an der Krone unmittelbar auf die Eichel über.

Knochen und Bänder.

Die Erklärung der auf dieser Tafel vorkommenden Knochen und Bänder (Taf. 10; 1A bis 1Z und 2A bis 2G) siehe im Text zu den Tafeln 1, 4 und 5 auf S. 45 und 59.

Tafel 11.

Figur 1. Der Unterleib nach Entfernung sämmtlicher Bauchdecken und des Netzes.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilei, vorderer oberer Hüftbeinstachel.
D. Crista ossis ilei, Hüftbeinkamm.
E. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
F. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Ast des Schambeins.
G. Ligamentum vesicale medium, mittleres Harnblasenband.
G′ Ligamentum vesicale laterale, seitliches Harnblasenband.
H. Peritonei pars, Theil des Bauchfells.
J. Pleura costalis, Rippentheil des Brustfells.
J′ Pleura diaphragmatica, Zwerchfelltheil des Brustfells.
K. Ligamentum Poupartii, Leistenband.
L. Ligamentum suspensorium hepatis, Aufhängeband der Leber.
I. Pulmo, Lunge.
II. Hepar, lobulus dexter, rechter Leberlappen.
II′ Hepar, lobulus sinister, linker Leberlappen.
II″ Lobulus quadratus hepatis, viereckiger Leberlappen.
II‴ Lobulus Spigelii hepatis, Spigel'scher Lappen der Leber.
IIa Incisura hepatis oder interlobularis, Lebereinschnitt.
IIb Fossa transversa hepatis, Querfurche und Pforte der Leber.
IIc Fossa longitudinalis dextra hepatis, rechte Längsfurche der Leber.
IId Fossa longitudinalis sinistra hepatis, linke Längsfurche der Leber.
III. Vesicula fellea, Gallenblase.
III′ Ductus cysticus, Blasengang.
IV. Ductus hepaticus, Lebergang.
IV′ Ductus choledochus, Gallengang.
V. Ventriculus, Magen.
V′ Cardia, Magenmund.
VI′ Fundus ventriculi, Magengrund.
VI″ Pylorus, Pförtner.
Va Curvatura ventriculi minor, kleiner Bogen des Magens.
Vb Curvatura ventriculi major, großer Bogen des Magens.
VI. Intestinum duodenum, Zwölffingerdarm.
VII. Lien, Milz.
VIII. Intestinum jejunum, Leerdarm.
IX. Intestinum ileum, Krummdarm.
X. Colon transversum, Quergrimmdarm.
X′ Flexura coli dextra, rechte Quergrimmdarmbiegung.
X″ Flexura coli sinistra, linke Quergrimmdarmbiegung.
X‴ Colon descendens, absteigender Grimmdarm.
Xa S romanum, römisches S.

XI. Appendices epiploices, Netzanhänge.
XII. Vesica urinaria, Harnblase.
XIII. Urethra, Harnröhre.
XIII. Corpus cavernosum penis, Schwellkörper des Gliedes.
XIV. Bulbus urethrae, Harnröhrenzwiebel.
XV. Testis in tunica albuginea, Hode in der weißen Haut.
XV'. Epididymis, Nebenhode.
XVI. Tunica vaginalis propria testis, eigene Scheidenhaut des Hodens.
XVII. Funiculus spermaticus, Samenstrang.
1. Diaphragma, Zwerchfell.
1'. Crura interna diaphragmatis mit dem hiatus aorticus, innerer Schenkel des Zwerchfells mit dem Aortenschlitz.
2. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
3. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
5. Musculus tensor fasciae latae, Oberschenkelbindenspanner.
6. Musculus sartorius, Schneidermuskel.
7. Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
8. Musculus pectineus, Kamm-Muskel.
9. Musculus adductor longus, großer Zuzieher des Beins.
10. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
11. Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
12. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
13. Musculus vastus externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
14. Musculus cruralis, Oberschenkelmuskel.
a. Aorta abdominalis, Bauchpulsader.
b. Arteriae phrenicae inferiores, untere Zwerchfellpulsadern.
c. Arteria coeliaca, Eingeweidepulsader.
d. Arteria lienalis, Milzpulsader.
e. Arteria hepatica, Leberpulsader.
f. Arteria coronaria ventriculi sinistra, linke Kranzpulsader des Magens.
g. Arteria gastro-duodenalis, Magen-Zwölffingerdarmpulsader.
h. Arteria coronaria ventriculi dextra, rechte Kranzpulsader des Magens.
i. Arteria cystica, Gallenblasenpulsader.
k. Arteriae ventriculi breves, kurze Magenpulsadern.
l. Arteria gastro-epiploica sinistra, linke Magennetzpulsader.
m. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
n. Arteria epigastrica, untere Bauchdeckenpulsader.
o. Arteria circumflexa ilei, Kranzpulsader der Hüfte.
p. Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
q. Arteriae pudendae externae, äußere Schampulsadern.
r. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
s. Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
t. Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Zweig der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
u. Arteria dorsalis penis, Rückenpulsader des Gliedes.
v. Vena portae, Pfortader.
w. Vena cruralis, Schenkelblutader.
x. Vena epigastrica, Bauchdeckenblutader.
y. Vena saphena magna, große Rosenader.
z. Venae pudendae externae, äußere Schamblutadern.
α. Nervus lumbo-inguinalis, Lendenleistennerv.
β. Nervus cutaneus femoris anterior externus, vorderer äußerer Hautnerv des Oberschenkels.
γ. Nervi obturatorii ramus anterior, vorderer Ast des Hüftlochnerven.
δ. Nervus cruralis, Schenkelnerv.
ε. Nervus cutaneus femoris internus, innerer Hautnerv des Oberschenkels.
ζ. Nervus cutaneus femoris anterior medius, vorderer mittlerer Hautnerv des Oberschenkels.
η. Nervus saphenus major, großer Rosennerv.
ϑ. Nervi cruralis rami musculares, Muskelzweige des Schenkelnerven.
ι. Nervus cutaneus aus dem nervus ilio-hypogastricus, Hautnerv aus dem Hüftbeckennerven.

Figur 2. Unterleib nach Entfernung des Dünndarms.

A. Costa septima, siebente Rippe.
B. Costa decima, zehnte Rippe.
C. Spina anterior superior ossis ilei, oberer vorderer Hüftbeinstachel.
C'. Crista iliaca, Hüftbeinkamm.
D. Symphysis ossium pubis, Schambeinfuge.
E. Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Schambeinast.
F. Trochanter major, großer Rollhügel.
G. Collum femoris, Schenkelhals.
H. Arcus cruralis oder ligamentum Poupartii, Schenkelbogen.
J. Fascia iliaca, Hüftbeinfascie.
K. Peritoneum, Bauchfell.
L. Mesenterium, Gekröse.
M. Pleura, Brustfell.
N. Ligamentum obturatorium, Hüftlochband.
I. Lobulus dexter hepatis, rechter Leberlappen.
I'. Lobulus sinister hepatis, linker Leberlappen.
I''. Ligamentum teres, rundes Band.
II. Lien, Milz.
III. Ventriculus, Magen.
IV. Intestinum duodenum, Zwölffingerdarm.
V. Intestini jejuni pars suprema, oberer Theil des Leerdarms.
VI. Intestini ilei pars infima, unterer Theil des Krummdarms.
VII. Processus vermiformis, Wurmfortsatz.
VIII. Intestinum coecum, Blinddarm.
IX. Colon ascendens oder dextrum, aufsteigender oder rechter Grimmdarm.
X. Flexura coli dextra, rechte Biegung des Grimmdarms.
XI. Colon transversum, Quergrimmdarm.
XI'. Appendices epiploicae, Netzanhänge.
XII. Flexura coli sinistra, linke Biegung des Grimmdarms.
XIII. Colon descendens oder sinistrum, absteigender oder linker Grimmdarm.
XIV. Flexura sigmoidea oder S romanum, römisches S.
XV. Intestinum rectum, Mastdarm.
XV'. Anus, After.
XVI. Vesica urinaria aperta, anterior pars, die Harnblase von vorn geöffnet.
XVII. Prostata, pars posterior, hinterer Theil der Vorsteherdrüse.
XVIII. Funiculus spermaticus, Samenstrang.
1. Diaphragma, Zwerchfell.
2. Musculi intercostales, Zwischenrippenmuskeln.

3. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
5. Musculus transversus abdominis, schräger Unterleibsmuskel.
6. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
7. Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
8. Musculus glutaeus maximus, großer Gesäßmuskel.
9. Musculus glutaeus medius, mittlerer Gesäßmuskel.
10. Musculus pectineus, Kammmuskel.
11. Musculus obturator externus, äußerer Hüftlochmuskel.
12. Musculus rectus femoris, gerader Oberschenkelmuskel.
13. Musculus adductor longus, langer Zuzieher des Beins.
14. Musculus adductor brevis, kurzer Zuzieher des Beins.
15. Musculus adductor magnus, großer Zuzieher des Beins.
16. Musculus gracilis, schlanker Schenkelmuskel.
17. Musculus vastus internus, innerer großer Oberschenkelmuskel.
18. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberschenkelmuskel.

a. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
b. Arteria epigastrica, Bauchdeckenpulsader.
c. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
d. Vena cruralis, Schenkelpulsader.
e. Vena saphena magna, größere Rosenblutader.
f. Vena profunda femoris, tiefe Schenkelblutader.
α. Nervus obturatorius, ramus anterior, vorderer Ast des Hüftlochnerven.
β. Nervus obturatorius, ramus posterior, hinterer Ast des Hüftlochnerven.

Muskeln.

I. Bauchmuskeln.

Die Bauchmuskeln sind bereits abgehandelt bei der Tafel 10, siehe deshalb wegen des

1. äußern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 11; 1_2, 2_3), sowie wegen des Leistenbandes, ligamentum Poupartii (Taf. 11; 1k), S. 97;
2. innern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 11; 1_3, 2_4), S. 97;
3. queren Bauchmuskels, musculus transversus abdominis (Taf. 11; 1_4, 2_5), S. 97.

In Bezug auf das Zwerchfell, diaphragma (Taf. 11; 1_1, 2_1), und auf die innern Zwerchfellschenkel (Taf. 11; 1_1), sowie wegen des Rippen- und Zwerchfelltheils des Brustfelles, Pleura costalis und pleura diaphragmatica (Taf. 11; 1J und 1J′, ferner Taf. 11; 2M), und der Lunge, Pulmo (Taf. 11; 1l), siehe den Text zu Taf. 8, S. 88; desgleichen in Bezug auf die Zwischenrippenmuskeln, musculi intercostales (Taf. 11; 2_2), den Text zu Taf. 7; S. 84.

II. Muskeln an der untern Extremität.

Ueber die Muskeln der untern Extremität siehe den Text zu Taf. 14, und zwar wegen des

1. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliacus internus (Taf. 11; 1_{11}, 2_7), S. 124;
2. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 11; 1_{12}, 2_6), S. 124;
3. großen Gesäßmuskels, musculus glutaeus maximus (Taf. 11; 2_8), S. 125;
4. mittlern Gesäßmuskels, musculus glutaeus medius (Taf. 11; 2_9), S. 124;
5. äußern Hüftlochmuskels, musculus obturatorius externus (Taf. 11; 2_{11}), S. 125;
6. Schneidermuskels, musculus sartorius (Taf. 11; 1_6), S. 126;
7. geraden Oberschenkelmuskels, musculus rectus femoris (Taf. 11; 1_7, 2_{12}), S. 126;
8. äußern großen Oberschenkelmuskels, musculus vastus externus (Taf. 11; 1_{13}, 2_{17}), S. 1[illegible];
9. innern großen Oberschenkelmuskels, musculus vastus internus (Taf. 11; 2_{16}), S. 12[illegible];
10. Oberschenkelmuskels, musculus cruralis (Taf. 11; 1_{14}), S. 126;
11. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 11; 1_{10}, 2_{10}), S. 126;
12. langen Zuziehers des Beins, musculus adductor longus (Taf. 11; 1_9, 2_{13}), S. 126;
13. kurzen Zuziehers des Beins, musculus adductor brevis (Taf. 11; 2_{14}), S. 126;
14. großen Zuziehers des Beins, musculus adductor magnus (Taf. 11; 2_{15}), S. 126;
15. Kamm-Muskels, musculus pectineus (Taf. 11; 1_8, 2_{10}), S. 126;
16. Schenkelbindenspanners, musculus tensor fasciae latae (Taf. 11; 1_5), S. 125; desgleichen wegen der Darmbeinfascie, fascia iliaca (Taf. 11; 2_{18}), S. 125.

Verdauungsorgane.

Die Verdauungsorgane, organa digestionis, reichen vom Mund bis zum After, und werden von einem Kanal gebildet, der im wesentlichen in dieser Richtung verläuft, von sehr verschiedener Weite ist, und zu welchem eine Anzahl drüsiger Organe gehören, welche bei der Verdauung mit ins Spiel kommen.

Den ganzen Verdauungskanal kann man in drei Abschnitte theilen, in die Mundhöhle, den Schlundkopf mit der Speiseröhre, und den Unterleibstheil, bestehend aus dem Magen mit den Därmen, zu welchen noch die verschiedenen drüsigen Organe des Bauches hinzukommen.

I. Mundhöhle.

Die Mundhöhle, cavum oris, gebildet aus den Ober- und Unterkieferknochen mit den Zähnen (s. über diese Taf. 2 und 3), sowie aus verschiedenen Weichtheilen, die in der Hauptsache aus Muskeln und drüsigen Gebilden, welche mit Schleimhaut überzogen sind (siehe über diese Taf. 6), bestehen, dient zur mechanischen Zerkleinerung der Speisen vermittels der Zähne und zur Einspeichelung derselben durch das von den Drüsen gelieferte Secret.

II. Schlundkopf und Speiseröhre.

Der Schlundkopf, pharynx (s. diesen Taf. 6; 3_{12-16} sowie Taf. 9; 1m), schließt sich nach hinten an die Mundhöhle an, und geht nach unten in die Speiseröhre oder den Schlund, oesophagus (s. diesen Taf. 6; 3_{19} und Taf. 9; 1VIII), über. Der Schlundkopf ist ein muskulöser Sack von länglich trichterförmiger Gestalt, welcher mit Schleimhaut ausgekleidet ist und von der Basis des Schädels herab vor den fünf obern Halswirbeln liegt. Wo der Schlundkopf aufhört, beginnt die Speiseröhre, ein muskulöser mit Schleimhaut ausgekleideter Kanal, der anfangs hinter der Luftröhre liegt und vor dem sechsten und siebenten Halswirbel herab in die Brusthöhle gelangt, in dieser steigt er (s. Taf. 9) in der hintern Mittelfellhöhle, cavum mediastini postici, anfangs in der Mitte vor den Körpern der Brustwirbel und an der

rechten Seite der Brustaorta herab, wendet sich aber dann allmählich nach links vor die Brustaorta, und tritt in der Gegend des neunten Brustwirbels durch das Speiseröhrenloch des Zwerchfells, foramen oesophageum diaphragmatis, hindurch und gelangt so in den Unterleib, wo sie sofort in den Magen übergeht. Schlundkopf und Speiseröhre dienen nur als Kanal, um die Nahrungsmittel in den Magen gelangen zu lassen.

III. Unterleibstheil des Verdauungsapparates.

Der Unterleibstheil des Verdauungsapparates zerfällt in den Magen, die Därme und in die drüsigen Nebenorgane.

A. Magen.

Der Magen, ventriculus oder stomachus (Taf. 8; 2VII. Taf. 9; 1X. Taf. 10; 2X. Taf. 11; 1V, 2III), stellt einen häutigen Sack vor, der in der Oberbauchgegend des Unterleibes, vorzugsweise in der linken Unterrippengegend, regio hypochondriaca sinistra, unmittelbar unter dem Zwerchfell liegt.

Die Magenwand besteht aus drei Schichten, aus einer Schleim-, Muskel- und serösen Haut.

Die Schleimhaut, tunica mucosa, bildet die innerste Schicht des Magens und ist mit der Muskelhaut durch lockeres Bindegewebe verbunden. An ihrer freien Fläche ist sie mit Cylinderepithelium überzogen, während nach der Magenhöhle zu zahlreiche cylinderförmige Schläuche münden, welche von den Labdrüsen, glandulae digestivae, herrühren, welche die Schleimhautschicht durchsetzen. Außerdem finden sich noch in der Magenschleimhaut Balgdrüsen, glandulae lenticulares, und am Uebergang in den Darm, an dem sogenannten Pförtnertheil, portio pylorica, Schleimdrüsen, glandulae muciparae, sowie eine Schicht glatter Muskelfasern.

Die Muskelhaut, tunica mucosa, welche, wie schon erwähnt, durch lockeres Bindegewebe nach außen mit der Schleimhautschicht verbunden ist, besteht aus glatten Muskelfasern, welche theils in der Längsrichtung, theils in circularer Richtung verlaufen, und so eine Längsfaserschicht und eine Ringfaserschicht bilden.

Die seröse Haut, tunica serosa, bildet den äußern Ueberzug des Magens und ist mit der Muskelhaut gleichfalls durch Bindegewebe verbunden. Sie ist ein Theil des Bauchfells, das wir später betrachten werden, und an ihrer freien äußern, nach der Bauchhöhle zu sehenden Fläche mit einem einfachen Pflasterepithelium überzogen.

An dem Magen unterscheidet man zwei Wände oder Flächen, und zwar eine vordere und eine hintere. Der Rand, an welchem die beiden Flächen ineinander übergehen, wird mit dem Namen des Magenbogens bezeichnet, und zerfällt in den kleinen und großen Bogen des Magens. Der kleine Magenbogen, curvatura minor ventriculi (Taf. 11; 1Va), bildet den obern, concaven, nach rechts sehenden Rand, der aber, wenn der Magen gefüllt ist, sich nach hinten richtet. Der große Magenbogen, curvatura ventriculi major (Taf. 9; 1X'. Taf. 11; 1Vb), bildet den untern und nach links sehenden convexen Rand, der sich bei vollem Magen nach vorn kehrt. Weiter unterscheidet man am Magen den linken weitesten Theil, den Magengrund oder blinden Sack, fundus oder saccus coecus ventriculi (Taf. 11; 1V''), welcher in der linken Unterrippengegend liegt, ferner den mittlern Theil, den Körper, corpus ventriculi, welcher in der Oberbauchgegend im engern Sinne liegt und den Pförtnertheil, portio pylorica (Taf. 11; 1V'''), welcher am engsten, das rechte Ende des Magens ausmacht, und durch den Pförtner, pylorus oder ostium duodenale, welcher äußerlich durch eine schwache Einschnürung (Taf. 11; 1V''') erkenntlich ist, im Innern aber durch die an dieser Stelle besonders starke Ringfaserschicht und eine Schleimhautduplicatur, valvula oder sphincter pylori, gebildet wird, in den Zwölffingerdarm übergeht, von welchem er jedoch durch Contraction der circularen Muskelschicht abgeschlossen werden kann. Der Pförtnertheil des Magens liegt in der rechten Unterrippengegend von der Leber bedeckt. Die Stelle, wo die Speiseröhre in den Magen einmündet, heißt der Magenmund, cardia oder ostium oesophageum (Taf. 9; 1IX. Taf. 11; 1V'). Derselbe liegt in der regio epigastrica unmittelbar unter dem Zwerchfell, hinter dem Schwertfortsatz des Brustbeins und erstreckt sich von ihm bis zum Pförtner am obern Rande des Magens der kleine Magenbogen.

B. Därme.

Die Därme, intestina, oder der Darmkanal, canalis intestinalis, beginnen vom Pförtner und reichen bis zum After. Sie bilden einen röhrenförmigen Schlauch von einer Länge, die der fünf- bis sechsfachen des Körpers gleich ist, in dem sie sich befinden, nehmen den größten Theil der Bauch- und Beckenhöhle ein, durch welche sie sich in vielfachen Windungen hinziehen und bestehen aus denselben drei Häuten wie der Magen. Der obere Theil ist enger als der untere, und demgemäß zerfällt der ganze Darmkanal in zwei Abschnitte, in einen obern engern aber längern, den Dünndarm, und in einen untern dickern und kürzern, den Dickdarm, mit dem Blinddarm auf der einen und dem Mastdarm auf der andern Seite. Die größte Bedeutung für den Darm hat die Schleimhaut, die zur Aufsaugung des Speisebreies für die Zwecke der Ernährung des Körpers dient. Zu diesem Behufe hat dieselbe zahlreiche Falten, welche wiederum unzählige Zotten tragen. Außerdem enthält dieselbe eine große Anzahl von drüsigen Gebilden, welche verschiedene Formen haben und verschiedenen Zwecken dienen.

a) Dünndarm.

Der Dünndarm, intestinum tenue, beginnt an Pförtner des Magens und erstreckt sich in vielfachen Windungen durch die Nabelgegend und Unterbauchgegend, um schließlich in der rechten Darmbeingegend in den Dickdarm einzumünden. Der Dünndarm zerfällt in drei Abschnitte: den Zwölffingerdarm, den Leer- und den Krummdarm.

α) Zwölffingerdarm.

Der Zwölffinger- oder Gallendarm, intestinum duodenum (Taf. 11; 1VI. Taf. 12; 1VI, 2IV), ist der oberste Theil des Dünndarms, welcher am Pförtner beginnt und von der Gestalt eines Hufeisens ist, dessen convexe Seite nach rechts sieht. Man unterscheidet am Zwölffingerdarm drei Abschnitte:

1) den obern Quertheil, pars horizontalis oder transversa superior, welcher am Pförtner seinen Anfang nimmt und in horizontaler Richtung nach rechts geht.

2) den absteigenden Theil, pars descendens, welcher in der Gegend des ersten bis vierten Lendenwirbels unter einem Bogen nach abwärts und etwas nach links herabsteigt.

3) den untern Quertheil, pars horizontalis inferior, welcher wiederum unter einem Bogen horizontal nach links läuft bis in die Gegend der linken Seite

des dritten Lendenwirbels, wo er ununterbrochen in den Leerdarm übergeht.

β) Leerdarm.

Der Leerdarm, intestinum jejunum (Taf. 11; VIII, 2V), ist die unmittelbare Fortsetzung des Zwölffingerdarms. Derselbe beginnt an der linken Seite des dritten Lendenwirbels und füllt unter zahlreichen Windungen die Nabelgegend und den obern vordern Theil der Unterbauchgegend. Derselbe geht ohne bestimmte Grenze in den Krummdarm über.

γ) Krummdarm.

Der Krummdarm, intestinum ileum (Taf. 10; 2XII. Taf. 11; 1IX, 2VI), zeigt wie der Leerdarm vielfache Windungen. Derselbe liegt in der Unterbauchgegend und reicht bis ins kleine Becken herab. Aus demselben steigt er wiederum nach rechts in die Höhe, um im untern Theile der rechten Darmbeingegend unter einem rechten Winkel von der innern Seite in den Dickdarm zu münden (Taf. 11; 2VI), wo die Schleimhaut des Krummdarms ein aus zwei Platten bestehendes Ventil bildet, die Bauhinische Falte, valvula Bauhini, durch welches der Speisebrei wol in den Dickdarm gelangen, aber nicht wieder zurücktreten kann, indem sich dann das Ventil schließt.

b) Dickdarm.

Der Dickdarm oder weite Darm, intestinum crassum oder amplum, ist scharf vom Dünndarm abgegrenzt. Er ist viel weiter, aber auch kürzer als dieser. In dem untern Theile der rechten Darmbeingegend beginnend, steigt er anfangs in der rechten Seite der Bauchhöhle in die Höhe bis unter die Leber, wo er sich umbiegt und in horizontaler Richtung quer unterhalb des Magens von der rechten Seite zur linken läuft. Hier bildet er aufs neue einen Winkel, um wiederum nach abwärts zu gehen. Auch am Dickdarm unterscheidet man eine innere, Schleimhaut, eine mittlere, Muskelhaut, und einen serösen Ueberzug, der an zahlreichen Stellen sich vom Darme loslöst und frei herabhängende Läppchen bildet, die Netzanhänge, appendices epiploicae (Taf. 11; 1Xa, 2XI).

Man unterscheidet drei Abschnitte am Dickdarm: den Blinddarm, den Grimmdarm und den Mastdarm.

α) Blinddarm.

Der Blinddarm, intestinum coecum, caput coli (Taf. 11; 2VIII), bildet den Anfang des Dickdarms und liegt im untersten Theile der rechten Darmbeingegend. Er bildet einen kurzen, weiten, rundlichen und nach unten blind geschlossenen Sack, welcher unterhalb der Einmündungsstelle des Dünndarms in den Dickdarm liegt und nach oben in den Grimmdarm übergeht. Nahe dem blinden Ende geht ein enger Fortsatz aus dem Blinddarm hervor, der verschieden gekrümmt die Gestalt und Größe eines Regenwurmes hat, und deshalb Wurmfortsatz, processus vermiformis oder appendix vermicularis (Taf. 11; 2VII), genannt wird. Derselbe, durch eine enge Oeffnung mit dem Blinddarm in Verbindung stehend, endet blind an seinem freien Ende.

β) Grimmdarm.

Der Grimmdarm, intestinum colon, ist der Haupttheil des Dickdarms. An ihm, wie am Blinddarm sieht man drei in der Länge des Darms verlaufende Streifen, das Grimmdarmband, taenia coli, während derselbe in querer Richtung zahlreiche Einschnürungen zeigt, durch welche die Grimmdarmfächer, loculamenta oder cellulae coli, auch haustra coli genannt, entstehen.

Der Grimmdarm hat die Gestalt eines großen Hufeisens und zerfällt in drei Theile: den aufsteigenden, queren und absteigenden Grimmdarm.

Der aufsteigende Grimmdarm, colon ascendens oder dextrum (Taf. 11; 2I), geht unmittelbar aus dem Blinddarm hervor und fängt an der Stelle an, wo sich der Dünndarm in den Dickdarm einsenkt. Er steigt in der rechten Darmbeingegend bis unter die rechten Leberlappen, dem rechten Hypochondrium die Höhe, woselbst er eine Krümmung nach links macht, die rechte Grimmdarmbiegung, flexura coli dextra (Taf. 11; 1X′, 2X), und in den Quergrimmdarm übergeht.

Der Quergrimmdarm, colon transversum (Taf. 1X, 2XI), geht aus der rechten Unterrippengegend an der Grenze zwischen Oberbauchgegend und Nabelgegend, in horizontaler Richtung nach der linken Unterrippengegend hinüber und bildet hier wiederum eine Krümmung nach unten, die linke Grimmdarmbiegung, flexura coli sinistra (Taf. 11; 1X″, 2I… um in den absteigenden Grimmdarm überzugehen.

Der absteigende Grimmdarm, colon descendens oder sinistrum (Taf. 11; 1X‴, 2XIII), läuft an der linken Unterrippengegend, sich erst etwas nach rückwärts und dann nach vorwärts wendend, an der Grenze zwischen Darmbein und Lendengegend nach abwärts. An seinem untern Ende, in der Nähe des linken Darmbeins krümmt er sich erst nach rechts und zugleich etwas nach auf- und rückwärts, sodann aber abwärts, sodaß der Grimmdarm hier die Gestalt eines S bekommt, welche das römische S, S romanum, die Weichenbeugung, flexura iliaca, auch flexura sigmoidea (Taf. 11; 1Xa, 2XIV), genannt wird. Das römische S setzt sich nunmehr in den untersten Theil des Dickdarms, den Mastdarm fort, indem es nach hinten und unten in das kleine Becken begibt.

γ) Mastdarm.

Der Mast- oder Afterdarm, intestinum rectum (Taf. 11; 2XV), ist der unterste Theil des Darmkanals und liegt an der hintern Wand des kleinen Beckens, woselbst er an der vordern concaven Fläche des Kreuzbeins nach abwärts läuft. Er nimmt seinen Ursprung aus der Weichenbeugung des Dickdarms, die Fortsetzung er ist, und endigt am After, anus (Taf. 11; 2XV′). Er hat viel stärkere Wände als die übrigen Därme und gleicht in seiner Structur der Speiseröhre; so besteht er aus einer Schleimhaut, einer der Speiseröhre ähnlichen Muskelhaut, und einen serösen Ueberzug, der sich nur an dem vordern obern und seitlichen Theil befindet, während die ganze untere Hälfte und der hintere Theil der obern breiten frei ist. Am Ende des Mastdarms verstärkt sich die Muskelhaut und bildet den innern Schließmuskel des Afters, sphincter ani internus.

C. Drüsige Nebenorgane des Verdauungsapparates.

Die drüsigen Nebenorgane des Verdauungsapparates liegen sämmtlich in der Bauchhöhle und sind die Leber mit der Gallenblase, die Bauchspeicheldrüse und die Milz.

a) Leber.

Die Leber, hepar oder jecur (Taf. 8; … Taf. 9; 1XI), ist eine große Drüse von der Form der rechten Zwerchfellwölbung. Sie hängt im rechten Unterrippenraum und erstreckt sich bis in die Herzgrube, ja zuweilen bis in den linken Unterrippenraum über den obern Theil des Magens hinweg. Sie ist von eigenthümlichem Bau, indem sie aus zahlreichen Blutgefäßen, Saugadern, Gallenkanälchen, den …

gemmten Leberzellen und Nerven besteht. An ihr unterscheidet man folgende Flächen, Ränder, Lappen und Furchen:

Die **obere Fläche** ist stark gewölbt, entsprechend der Concavität der rechten Zwerchfellhälfte, welcher dieselbe sowie dem obersten Theile der Bauchdecke anliegt und durch das **Aufhängeband**, ligamentum suspensorium hepatis (Taf. 11; 1L, 2I''), welches vom Bauchfell gebildet wird, und über die ganze Leber vom hintern bis zum vordern Rande verläuft, in zwei Hälften getheilt wird, den **rechten Leberlappen**, lobulus hepatis dexter (Taf. 11; 2l), welcher der größte Theil der Leber ist, und den **linken Leberlappen**, lobulus hepatis sinister (Taf. 11; 2I'), welcher kleiner und dünner als der rechte Lappen ist.

Die **untere Fläche**, welche nach hinten und unten sieht, ist schwach concav und bedeckt einen Theil des aufsteigenden und queren Grimmdarms mit der rechten Grimmdarmbiegung, sowie den Zwölffingerdarm. In der Mitte der untern Fläche befinden sich drei Furchen, zwei **Längsfurchen**, eine rechte und eine linke, und eine **Querfurche**, durch welche dieselbe in vier Lappen getheilt wird. Die drei Furchen haben die Gestalt eines lateinischen H.

Die **rechte Längsfurche**, fossa longitudinalis dextra (Taf. 11; 1IIc), zerfällt in zwei Theile, einen vordern, die **Furche für die Gallenblase**, fossa vesicae felleae, und einen hintern, die **Furche für die untere Hohlvene**, fossa venae cavae; in ersterer liegt die Gallenblase, in letzterer die untere Hohlvene. Nach rechts von der rechten Längsfurche liegt der **rechte Leberlappen**, lobulus hepatis dexter (Taf. 11; 1II. Taf. 12; 1l), welcher hier kleiner ist als an der obern Fläche; nach links davon, und nach rechts von der **linken Längsfurche**, also zwischen beiden mitteninnen, liegen der **viereckige Leberlappen**, lobulus quadratus oder anterior (Taf. 11; 1IIa. Taf. 12; 1I'), und der **Spigel'sche Lappen**, lobulus Spigelii oder posterior, auch caudatus (Taf. 11; 1II''. Taf. 12; 1I''). Beide Lappen werden durch die **Querfurche** oder **Pforte**, porta hepatis oder sulcus venae portae (Taf. 11; 1IIb), voneinander getrennt, und zwar so, daß der erstere nach vorn, der zweite nach hinten von der Querfurche zu liegen kommt. Nach links werden diese beiden Lappen durch die linke **Längsfurche**, fossa longitudinalis sinistra (Taf. 11; 1IId), begrenzt, an deren linken Seite sich der **linke Leberlappen**, lobulus hepatis sinister (Taf. 11; 1II'. Taf. 12; 1I'''), befindet, der hier dieselbe Größe hat, wie an der obern Fläche.

Noch ist zu erwähnen der **hintere Leberrand**, margo hepatis posterior oder obtusus, welcher nach hinten und oben an das Zwerchfell stößt. Derselbe ist abgerundet, sowie kürzer und dicker als der vordere; an ihn heftet sich das Bauchfell und bildet das **Kronenband der Leber**, ligamentum coronarium hepatis. Der **vordere Rand**, margo anterior oder acutus, ist nach vorn und abwärts gerichtet, weit dünner, schärfer und länger als der hintere, und hat an seinem linken Theile einen **Einschnitt, den Lebereinschnitt**, incisura hepatis oder interlobularis (Taf. 11; 1IIa), welcher da in die Masse der Leber eindringt, wo die obere Fläche durch das Aufhängeband in einen rechten und linken Lappen getheilt wird. Der Lebereinschnitt nimmt das **runde Band**, ligamentum teres (Taf. 11; 1L, 2I'''), auf, welches im vordern freien Rande des Aufhängebandes liegt und aus der frühern im embryonalen Leben vorhandenen Nabelblutader entstanden ist.

Sämmtliche Gallengänge der Leber vereinigen sich zu zwei Kanälen, welche in der Querfurche aus dem rechten und linken Leberlappen hervorgehen. Dieselben treten nun wieder zu einer gemeinsamen Röhre zusammen, dem **Lebergang**, ductus hepaticus oder excretorius hepatis (Taf. 11; 1IV. Taf. 12; 1II''). Dieser Gang läuft im **Leber-Zwölffingerdarmbande**, ligamentum hepato-duodenale (Taf. 12; 1III), einer Bauchfellfalte, von der Leberpforte aus schräg nach unten, hinten und links, um sich unter einem spitzen Winkel mit dem **Gallenblasengange**, ductus cysticus (Taf. 11; 1III'. Taf. 12; 1II'), zu dem **Gallengange**, ductus choledochus (Taf. 11; 1IV'), zu vereinigen.

Als Aufbewahrungsort für die Galle dient die

Gallenblase.

Die **Gallenblase**, cystis oder vesica fellea (Taf. 9; 1XII. Taf. 11; 1III. Taf. 12; 1II), ist ein länglicher Sack von birnförmiger Gestalt, welcher an der untern Fläche der Leber in dem vordern Theile der rechten Längsfurche durch Zellgewebe angewachsen ist. Die untere freie Fläche der Gallenblase ist mit dem Bauchfell überzogen, während der Innenraum von Schleimhaut ausgekleidet wird, worauf nach außen eine Muskel- und Zellhaut folgt. An ihr unterscheidet man den **Grund**, fundus, das geschlossene halbkugelförmige Ende, welches am weitesten nach vorn, ein wenig über den vordern Leberrand hervorragt, und das **Mittelstück, den Körper**, corpus vesicae felleae, an welchen sich der immer enger werdende **Hals**, collum vesicae felleae, anschließt, welcher in den **Gallenblasengang**, ductus cysticus (Taf. 11; 1III'. Taf. 12; 1II'), übergeht.

Der Gallenblasengang vereinigt sich von rechts kommend mit dem etwas mehr links liegenden Lebergang unter spitzem Winkel, welche beide dann zusammen den **Gallengang**, ductus choledochus (Taf. 11; 1IV'), bilden. Derselbe verläuft anfangs im Leber-Zwölffingerdarmbande und mündet dann in den Zwölffingerdarm.

b) Bauchspeicheldrüse.

Die **Bauchspeicheldrüse**, pancreas (Taf. 12; 1V), ist eine traubenförmige Drüse von länglicher Gestalt, welche hinter dem Magen aus der linken Rippengegend quer über den zwölften Brust- und ersten Rippenwirbel weg bis in die Concavität des Zwölffingerdarms, in welchen sie einmündet, hinwegzieht. Man unterscheidet an ihr den **Kopf**, caput pancreatis oder extremitas duodenalis (Taf. 12; 1V'), den breitesten und dicksten nach rechts in der Krümmung des Zwölffingerdarms gelegenen Theil, den **Schwanz**, cauda pancreatis oder extremitas splenica (Taf. 12; 1V''), das linke, etwas dünnere und abgerundete Ende, sowie den zwischen Kopf und Schwanz mitteninnen **liegenden Körper**, corpus pancreatis.

c) Milz.

Die **Milz**, lien oder splen (Taf. 9; 1XIII. Taf. 11; 1VII, 2II. Taf. 12; 1IV), ist eine Blutdrüse, welche am Grunde des Magens in der linken Unterrippengegend vom Bauchfell eingehüllt, von welchem nach den Magen das **Magen-Milzband**, ligamentum gastro-lienale (Taf. 12; 1IV'), sich erstreckt, liegt. Die Milz hat die Gestalt eines Kugelabschnittes und zeigt demgemäß eine äußere convexe Fläche, die nach oben und hinten gerichtet ist, und eine innere etwas concave Fläche, welche schräg nach vorn gewendet ist und mit dem Schwanze der Bauchspeicheldrüse zusammenhängt. Auf dieser Fläche befindet sich der **Gefäß-Aus-** und Eintritt an dem sogenannten **Milznabel**, hilus lienalis.

Bauchfell.

Wie das Bruſtfell zur Lunge, ſo ſteht das Bauchfell oder die Bauchhaut, peritoneum (Taf. 8; 1Y, 2VI. Taf. 11; 1H, 2K), zu den Baucheingeweiden in naher Beziehung, indem es dieſelben zum größten Theil, ebenſo wie die Bauchwandungen, überzieht. Daſſelbe iſt eine ſeröſe Haut, welche beim Manne einen vollkommen geſchloſſenen Sack bildet, welcher zwiſchen den Bauchdecken und Baucheingeweiden innen liegt, und in welchen die letztern eingeſtülpt ſind. Danach hat man zwei Platten des Bauchfells, eine äußere Platte, peritoneum abdominale, welche an die Bauchwandungen angeheftet iſt, und zwar unmittelbar an die Querfascie des Unterleibes, fascia transversalis abdominis (Taf. 8; 1X), welche die innere Fläche des queren Bauchmuskels überzieht, und eine innere Platte, peritoneum viscerale, welche die Baucheingeweide mehr oder weniger überkleidet. Die letztere Platte bildet theils hier und da von einem Eingeweide zum andern herübergehende Falten, wie das Leber-Zwölffingerdarmband, ligamentum hepato-duodenale (Taf. 12; 1III), und das Magen-Milzband, ligamentum gastro-lineale (Taf. 12; 1IV'), theils mit der hintern Bauchfellwand zuſammenhängende größere Einſtülpungen, deren beide Blätter, ehe ſie die Eingeweide zwiſchen ſich nehmen, ſich dicht aneinander legen und die ſogenannten Gekröſe bilden, von welchen wir nur das Dünndarmgekröſe, mesenterium (Taf. 11; 2L), erwähnen, theils über ein Organ hinausgehende, aus zwei Blättern beſtehende Verbindungen, ſogenannte Netze, von denen das große Netz, omentum oder epiploon majus (Taf. 9; 2VIII. Taf. 10; 2XI), das bedeutendſte iſt. Daſſelbe geht von der großen Curvatur des Magens (Taf. 9; 1XII) über den Quergrimmdarm, mit deſſen vorderer Wand es verwachſen iſt, den Leer- und Krummdarm bedeckend bis ins kleine Becken hinab.

Harn- und Geſchlechtsorgane.

Die Harn- und Geſchlechtsorgane, organa urinaria und organa genitalia oder sexualia (Taf. 11; 1G und G', ſowie 1XI bis 1XVII und 2XVI bis 2XVIII), ſind bereits bei Taf. 10 abgehandelt worden, ſiehe deshalb S. 99.

Blutgefäße.

Die Pulsadern (Taf. 11; 1a bis 1u und 2a bis 2c), ſowie die Blutadern (Taf. 11; 1v bis 1z und 2d bis 2f), werden bei Taf. 12 betrachtet, ſiehe deshalb S. 108.

Nerven.

Die Nerven (Taf. 11; 1α bis 1ι und 2α und 2β), finden gleichfalls ihre Erledigung bei Taf. 12, ſiehe deshalb S. 110.

Knochen und Bänder.

Die Knochen (Taf. 11; 1A bis 1F und 2A bis 2H) ſind bei Taf. 4, S. 43, und das Hüftlochband, ligamentum obturatorium (Taf. 11; 2N), bei Taf. 5, S. 60 erläutert.

Tafel 12.

Figur 1. Der Unterleib nach Entfernung ſämmtlicher Bauchdecken, des Magens und aller Därme.

A. Costa octava, achte Rippe.
B. Crista ossis ilium, Darmbeinkamm.
C. Spina anterior superior ossis ilium, vorderer oberer Darmbeinſtachel.
D. Spina anterior inferior ossis ilium, vorderer unterer Darmbeinſtachel.
E. Tuberculum ossis pubis, Schambeinhöcker.
E' Ramus descendens ossis pubis, abſteigender Aſt des Schambeins.
E'' Ramus horizontalis ossis pubis, horizontaler Aſt des Schambeins.
F. Tuber ischii, Sitzknorren.
F' Ramus ascendens ossis ischii, aufſteigender Aſt des Sitzbeins.
G. Trochanter major, großer Rollhügel.
H. Trochanter minor, kleiner Rollhügel.
J. Membrana obturatoria, Hüftlochhaut.
K. Capsula fibrosa articuli femoris, Kapſelmembran des Oberſchenkelgelenks.
K' Ligamentum zonale oder zona articularis, Ringband des Oberſchenkels.
K'' Ligamentum ilio-femorale, Hüft-Oberſchenkelband.
M. Ligamentum arcuatum pubis, bogenförmiges Schamfugenband.
N. Pecten ossis pubis, Schambeinband.
I. Hepatis lobulus dexter, rechter Leberlappen.
I' Lobulus quadratus hepatis, viereckiger Leberlappen.
I'' Lobulus Spigelii hepatis, Spigel'ſcher Leberlappen.
I''' Lobulus sinister hepatis, linker Leberlappen.
II. Vesica fellea, Gallenblaſe.
II' Ductus cysticus, Gallenblaſengang.
II'' Ductus hepaticus, Lebergang.
III. Ligamentum hepato-duodenale, Leber-Zwölffingerdarmband.
IV. Lien, Milz.
IV' Ligamentum gastro-lienale, Magen-Milzband.
V. Pancreas, Bauchſpeicheldrüſe.
V' Caput pancreatis, Kopf der Bauchſpeicheldrüſe.
V'' Cauda pancreatis, Schwanz der Bauchſpeicheldrüſe.
VI. Duodeni pars, Theil des Zwölffingerdarms.
VII. Ren, Niere.
VII' Ureter, Harngang.
1. Musculus psoas major, großer Lendenmuskel.
2. Musculus iliacus internus, innerer Hüftbeinmuskel.
3. Musculus pyriformis, birnförmiger Muskel.
4. Diaphragma, Zwerchfell.
5. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer ſchiefer Bauchmuskel.
6. Musculus obliquus abdominis internus, innerer ſchiefer Bauchmuskel.
7. Musculus transversus abdominis, querer Bauchmuskel.
a. Aorta descendens abdominalis, Bauchpulsader.
b. Arteria phrenica inferior, untere Zwerchfellpulsader.
c. Arteria suprarenalis sinistra, linke Nebennierenpulsader.
d. Arteria mesenterica superior, obere Gekröspulsader.
e. Arteria renalis, Nierenpulsader.
f. Arteria spermatica interna, Samenpulsader.
g. Arteria mesenterica inferior, untere Gekröspulsader.
h. Arteria lumbalis, Lendenpulsader.
i. Arteria sacro-media, mittlere Kreuzbeinpulsader.
k. Arteria iliaca communis, gemeinſchaftliche Hüftpulsader.
l. Arteria hypogastrica oder iliaca interna, Beckenpulsader.
m. Arteria ileo-lumbalis; Hüftlendenpulsader.
n. Arteria sacro lateralis, ſeitliche Kreuzbeinpulsader.
o. Arteria obturatoria, Hüftlochpulsader.
o' Ramus anterior oder internus arteriae obturatoriae, vorderer oder innerer Aſt der Hüftlochpulsader.
o'' Ramus posterior oder externus arteriae obturatoriae, hinterer oder äußerer Aſt der Hüftlochpulsader.
p. Arteria glutaea superior, obere Geſäßpulsader.

q Arteria ischiadica oder glutaea inferior, Sitzbeinpulsader.
r Arteria vesicalis superior, obere Harnblasenpulsader.
r' Arteria vesicalis inferior, innere Harnblasenpulsader.
s Arteria pudenda communis oder interna, innere Schampulsader.
s' Arteria haemorrhoidalis externa, äußere Mastdarmpulsader.
s'' Arteria transversa perinei, Dammpulsader.
t Arteria penis, Pulsader des Gliedes.
t' Arteria dorsalis penis, Pulsader des Rückens des Gliedes.
t'' Arteria profunda penis, tiefe Pulsader des Gliedes.
u. Arteria iliaca externa, äußere Hüftbeinpulsader.
u' Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
v. Arteria epigastrica inferior oder interna, untere Bauchdeckenpulsader.
v' Arteria pubica, Schambeinpulsader.
w. Arteria circumflexa ilium oder epigastrica externa, Kranzpulsader der Hüfte.
x Arteria epigastrica superficialis, oberflächliche Bauchdeckenpulsader.
x' Arteriae pudendae externae, äußere Schampulsadern.
y. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
y' Arteria circumflexa femoris interna, innere Kranzpulsader des Oberschenkels.
y'' Ramus communicans arteriae circumflexae femoris internae, Verbindungsast der innern Kranzpulsader des Oberschenkels.
z. Arteria circumflexa femoris externa, äußere Kranzpulsader des Oberschenkels.
z' Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, absteigender Ast der äußern Kranzpulsader des Oberschenkels.
z'' Arteriae perforantes femoris, durchbohrende Pulsadern des Oberschenkels.
α. Vena cava inferior, untere Hohlvene.
β. Venae lumbales, Lendenblutadern.
γ Vena spermatica interna, innere Samenblutader.
δ. Vena renalis, Nierenblutader.
ε. Vena suprarenalis, Nebennierenblutader.
ζ. Vena iliaca communis, gemeinschaftliche Hüftblutader.
η. Venae sacrales mediae, mittlere Kreuzbeinblutadern.
ϑ. Vena hypogastrica oder iliaca interna, Beckenblutader.
ι. Vena cruralis oder iliaca externa, Schenkelblutader.

Figur 2. **Unterer Theil des Rückens und oberer Theil der untern Extremität.**

A. Costa decima, zehnte Rippe.
B. Costa duodecima, zwölfte Rippe.
C. Os coccygis, Steißbein.
D. Crista ossis ilei, Darmbeinkamm.
E. Spina posterior superior ossis ilei, hinterer oberer Darmbeinstachel.
F. Tuber ischii, Sitzknorren.
G. Ramus descendens ossis ischii, aufsteigender Ast des Sitzbeins.
G' Ramus descendens ossis ischii, absteigender Ast des Sitzbeins.
H. Trochanter major, großer Rollhügel.
I. Processus spinosus vertebrae lumbalis primae, Dornfortsatz des ersten Lendenwirbels.
K. Processus spinosus vertebrae lumbalis quintae, Dornfortsatz des fünften Lendenwirbels.
1. Musculus latissimus dorsi, breiter Rückenmuskel.
2. Musculus serratus posticus inferior, hinterer unterer Sägemuskel.
3. Musculus obliquus abdominis externus, äußerer schiefer Bauchmuskel.
4. Musculus obliquus abdominis internus, innerer schiefer Bauchmuskel.
5. Musculus glutaeus maximus, großer Gesäßmuskel.
6. Musculus glutaeus medius, mittlerer Gesäßmuskel.
7. Musculus pyriformis, birnförmiger Muskel.
8. Musculus gemellus superior, oberer Zwillingsmuskel.
9. Musculus obturator internus, innerer Hüftlochmuskel.
10. Musculus gemellus inferior, unterer Zwillingsmuskel.
11. Musculus quadratus femoris, viereckiger Schenkelmuskel.
12. Musculus vastus femoris externus, äußerer großer Schenkelmuskel.
13. Musculus gracilis, schlanker Muskel.
14. Musculus adductor magnus, großer Zuzieher des Beins.
15. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Schenkelmuskel.
16. Musculus semitendinosus, halbfaseriger Schenkelmuskel.
17. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Schenkelmuskel.
a. Arteriae lumbales, rami musculares et cutis, Muskel- und Hautäste der Lendenpulsadern.
b. Arteria glutaea superior, Gesäßpulsader.
c. Arteria ischiadica oder glutaea inferior, Sitzbeinpulsader.
d. Arteria pudenda communis oder interna, innere Schampulsader.
e. Arteria perforans prima, erste durchbohrende Pulsader.
f. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
α. Nervus ischiadicus, Hüftnerv.
β. Nervus glutaeus inferior, unterer Gesäßnerv.
γ. Nervus cutaneus femoris posterior, hinterer Hautnerv des Oberschenkels.
δ. Nervus pudendus communis, Schamnerv.
ε. Nervi haemorrhoidales medii, mittlere Mastdarmnerven.
ζ. Nervus haemorrhoidalis inferior, unterer Mastdarmnerv.
η. Nervi cutanei superiores clavium, obere Hautnerven des Gefäßes.
ϑ. Nervi cutanei dorsales, Hautnerven des Rückens.
ι. Nervi cutanei abdominales, Hautnerven des Unterleibes.

Muskeln.

I. Rückenmuskeln.

Die auf dieser Tafel vorkommenden Rückenmuskeln sind bereits bei Tafel 9 betrachtet worden, siehe deshalb wegen des:

1. breiten Rückenmuskels, musculus latissimus dorsi (Taf. 12; 2_1), S. 93;

2. hintern untern Sägemuskels, musculus serratus posticus inferior (Taf. 12; 2_2), S. 93.

II. Bauchmuskeln.

Die Bauchmuskeln dieser Tafel sind bei Tafel 10 betrachtet worden, siehe deshalb wegen des:

1. äußern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis externus (Taf. 12; 1_3, 2_3), S. 97;
2. innern schiefen Bauchmuskels, musculus obliquus abdominis internus (Taf. 12; 1_6, 2_4), S. 97;
3. queren Bauchmuskels, musculus transversus abdominis (Taf. 12; 1_7), S. 97;
4. Zwerchfells, Diaphragma (Taf. 12; 1_4), siehe den Text zu Tafel 8, S. 87.

III. Muskeln der untern Extremität.

Die Muskeln der untern Extremität dieser Tafel werden abgehandelt bei Tafel 14, siehe deshalb wegen des
1. großen Lendenmuskels, musculus psoas major (Taf. 12; 1_1), S. 124;
2. innern Hüftbeinmuskels, musculus iliaeus internus (Taf. 12; 1_2), S. 124;
3. birnförmigen Muskels, musculus pyriformis (Taf. 12; 1_8, 2_7), S. 125;
4. großen Gesäßmuskels, musculus glutaeus maximus (Taf. 12; 2_3), S. 125;
5. mittlern Gesäßmuskels, musculus medius (Taf. 12; 2_6), S. 124;
6. obern Zwillingsmuskels, musculus gemellus superior (Taf. 12; 2_8), S. 125;
7. innern Hüftbeinmuskels, musculus obturator internus (Taf. 12; 2_9), S. 125;
8. untern Zwillingsmuskels, musculus gemellus inferior (Taf. 12; 2_{10}), S. 125;
9. viereckigen Schenkelmuskels, musculus quadratus femoris (Taf. 12; 2_{11}), S. 125;
10. äußern großen Schenkelmuskels, musculus vastus externus (Taf. 12; 2_{12}), S. 126;
11. schlanken Schenkelmuskels, musculus gracilis (Taf. 12; 2_{13}), S. 126;
12. großen Zuziehers des Beins, musculus adductor femoris magnus (Taf. 12; 2_{14}), S. 126;
13. zweiköpfigen Schenkelmuskels, musculus biceps femoris (Taf. 12; 2_{15}), S. 127;
14. halbfaserigen Schenkelmuskels, musculus semitendinosus (Taf. 12; 2_{16}), S. 127;
15. halbhäutigen Schenkelmuskels, musculus semimembranosus (Taf. 12; 2_{17}), S. 127.

Harnorgane.

Die Harnorgane, organa urinaria (Taf. 12; 1 VII und 1 VII'), sind bereits bei Tafel 10 abgehandelt worden, siehe deshalb S. 99.

Baucheingeweide.

Die Erklärung der Baucheingeweide, viscera abdominalia (Taf. 12; 1I bis 1 VI), siehe im Text zu Tafel 11, S. 103.

Blutgefäße.

I. Pulsadern.

Die Bauchaorta, aorta descendens abdominalis (Taf. 11; 1a. Taf. 12; 1a), ist die Fortsetzung der absteigenden Brustaorta, und gelangt durch die Aortenöffnung des Zwerchfells, hiatus aorticus, aus der Brusthöhle in die Bauchhöhle, wo sie an der vordern Fläche des ersten bis vierten Bauchwirbels ein klein wenig nach der linken Seite zu herabläuft. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die untern Zwerchfellpulsadern, arteriae phrenicae inferiores (Taf. 11; 1b. Taf. 12; 2b), zwei Stück, die dicht unter der Aortenöffnung des Zwerchfells entspringen und sich an der untern Fläche desselben verbreiten;
2. die Nebennierenpulsadern, arteriae suprarenales (Taf. 12; 1c), deren es auf jeder Seite zwei bis vier Stück gibt;
3. die Nierenpulsadern, arteriae renales (Taf. 12; 1e), und zwar eine rechte, dextra, und eine linke, sinistra, für die rechte und linke Niere;
4. die Samenpulsadern, arteriae spermaticae internae oder seminales (Taf. 12; 1f), zwei sehr dünne Arterien, eine rechte und eine linke, von denen die eine oder die andere auch zuweilen aus der Nierenpulsader entspringt. Sie gehen nach unten, um beim Manne in den Samenstrang, bei der Frau zu den Eierstöcken und den Muttertrompeten und den Grund der Gebärmutter zu gelangen;
5. die Lendenpulsadern, arteriae lumbales (Taf. 12; 1h), deren vier Stück auf jeder Seite der Bauchaorta entspringen, die über die Lendenwirbelkörper quer nach außen und hinten verlaufen, wo sie sich am Rande der Wirbel in zwei Aeste spalten, von denen der eine als Rückenast, ramus dorsalis oder posterior (Taf. 12; 2a), zu den Muskeln und der Haut des Rückens geht, während der andere, der Unterleibsast, ramus abdominalis oder anterior, zwischen den seitlichen Bauchmuskeln verläuft.

Für die Verdauungsorgane gibt die Bauchaorta besondere Zweige ab, es sind die:

6. Eingeweidepulsader, arteria coeliaca (Taf. 11; 1c), eine kurze dicke Arterie, welche ungefähr in der Nähe des 12. Brustwirbels aus der vordern Wand der Bauchaorta entspringt. Sie theilt sich sehr bald in drei Theile, den sogenannten Haller'schen Dreifuß, tripus Halleri, indem sie folgende Aeste abgibt:
   a) die linke Kranzpulsader des Magens, arteria coronaria ventriculi sinistra (Taf. 11; 1f),
   b) die Leberpulsader, arteria hepatica (Taf. 11; 1e), die sich wieder in die
      α) rechte Kranzpulsader des Magens, arteria coronaria ventriculi dextra (Taf. 11; 1h),
      β) Magen-Zwölffingerdarmpulsader, arteria gastro-duodenalis (Taf. 11; 1g) und in den
      γ) rechten und linken Leberast, ramus hepaticus dexter und sinister theilt, von welchen der rechte Leberast die Gallenpulsader, arteria cystica (Taf. 11; 1i), abgibt,
   c) die Milzpulsader, arteria lienalis oder splenica (Taf. 11; 1d), von welcher wiederum die
      α) kurzen Magenpulsadern, arteriae gastricae breves (Taf. 11; 1k), und die
      β) linke Magennetzpulsader, arteria epiploica sinistra (Taf. 11; 1e), entspringen;
7. obere Gekrözpulsader, arteria mesenterica superior (Taf. 10; 1d), welche dicht unter der Eingeweidepulsader entspringt und im Dünndarmgekröse bogenförmig bis in die rechte Darmbeingegend, regio iliaca dextra, verläuft, und den Leer- und Krummdarm, sowie den aufsteigenden und queren Grimmdarm versorgt;
8. untere Gekrözpulsader, arteria mesenterica inferior (Taf. 12; 1g), welche den absteigenden Grimmdarm und den obern Theil des Mastdarms versieht.

Vor dem vierten Lendenwirbel spaltet sich die Bauchaorta in zwei Theile, die gemeinschaftlichen Hüftpulsadern, arteriae iliacae communes (Taf. 12; 1k), welche vom Körper des vierten und fünften Lendenwirbels nach außen und vorn gehen. In der Theilungsstelle entspringt aus der hintern Wand der Bauchaorta die mittlere Kreuzbeinpulsader, arteria sacra media (Taf. 12; 1i), welche in der Mitte über die vordere Fläche des Körpers des fünften Lenden-

winkels und in der Concavität des Kreuzbeins bis zum Steißbein herabgeht.

Die gemeinschaftliche Hüftpulsader theilt sich wiederum vor der Symphysis sacro-iliaca in zwei Zweige, die

1. Beckenpulsader, arteria hypogastrica oder iliaca interna (Taf. 12; 1e), welche etwas schräg nach innen und hinten gekrümmt in das kleine Becken herabsteigt und folgende Zweige abgibt:
   a) die Hüftlendenpulsader, arteria ileo-lumbalis (Taf. 12; 1m);
   b) die seitliche Kreuzbeinpulsader, arteria sacra lateralis (Taf. 12; 1n);
   c) die Hüftlochpulsader, arteria obturatoria (Taf. 12; 1o), welche wiederum zwei Aeste abgibt, einen
      α) vordern oder innern Ast, ramus anterior oder internus (Taf. 12; 1o′), und einen
      β) hintern oder äußern Ast, ramus posterior oder externus (Taf. 12; 1o″);
   d) die Gesäßpulsader, arteria glutaea superior (Taf. 12; 1p, 2b);
   e) die Sitzbeinpulsader, arteria ischiadica oder glutaea inferior (Taf. 12; 1q, 2c);
   f) die innere Schampulsader, arteria pudenda communis oder interna (Taf. 12; 1s, 2d), welche wiederum folgende bemerkenswerthe Aeste abgibt:
      α) die äußern Mastdarmpulsadern, arteriae haemorrhoidales externae oder inferiores (Taf. 12; 1s′);
      β) die Dammpulsader, arteria transversa perinei (Taf. 12; 1s″);
      γ) die Gliedpulsader, arteria penis (Taf. 12; 1t), welche sich wiederum in die Rückenpulsader des Gliedes, arteria dorsalis penis (Taf. 10; 2i. Taf. 11; 1u. Taf. 12; 1t′), und in die tiefe Gliedpulsader, arteria profunda penis (Taf. 12; 1t″), theilt;
   g) die Nabelpulsader, arteria umbilicalis, welche aber nur im Embryo vorhanden ist und beim Erwachsenen die Harnblasenpulsader, arteria vesicalis, bildet, dieselbe theilt sich in eine
      α) obere Harnblasenpulsader, arteria vesicalis superior (Taf. 12; 1r), und in eine
      β) untere Harnblasenpulsader, arteria vesicalis inferior (Taf. 12; 1r′).

2. Die äußere Hüftbeinpulsader, arteria iliaca externa (Taf. 12; 1a), welche von der Hüftkreuzbeinfuge schräg nach außen und vorn verläuft und über die Mitte des horizontalen Schambeinastes hinweg zum Oberschenkel gelangt, wo sie dann den Namen Schenkelpulsader, arteria cruralis (Taf. 10; 1c, 2a. Taf. 11; 1m, 2a. Taf. 12; 1u′), führt.

Die äußere Hüftbeinpulsader, arteria iliaca externa, gibt folgende Zweige ab:
   a) die untere Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica inferior oder interna (Taf. 10; 2c. Taf. 11; 1n, 2b. Taf. 12; 1v), aus welcher wiederum die
      α) Schambeinpulsader, arteria pubica (Taf. 12; 1v′), und die
      β) äußere Samenpulsader, arteria spermatica externa, welche an der äußern Seite des Samenstranges verläuft, entspringt;
   b) die Kranzpulsader der Hüfte, arteria circumflexa ilei (Taf. 10; 2b. Taf. 11; 1o. Taf. 12; 1w), welche nach aufwärts, zum obern vordern Darmbeinstachel geht, und längs des innern Randes bogenförmig nach hinten verläuft.

Die Schenkelpulsader gibt in ihrem obern auf unserer Tafel, sowie auf den beiden vorhergehenden, sichtbaren Verlauf, folgende Zweige ab:
   a) die oberflächliche Bauchdeckenpulsader, arteria epigastrica superficialis (Taf. 10; 1a, 2d, Taf. 11; 1n. Taf. 12; 1x);
   b) die äußern Schampulsadern, arteriae pudendae externae (Taf. 10; 1b, 2e. Taf. 11; 1q. Taf. 12; 1x′);
   c) die tiefe Schenkelpulsader, arteria profunda femoris (Taf. 10; 2f. Taf. 11; 1r, 2c. Taf. 12; 1y), aus welcher wiederum mehrere Aeste hervorgehen, und zwar die:
      α) äußere Kranzpulsader des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris externa (Taf. 10; 2g. Taf. 11; 1s. Taf. 12; 1z), mit dem absteigenden Aste, ramus descendens (Taf. 10; 2h. Taf. 11; 1t. Taf. 12; 1z′);
      β) innere Kranzpulsader, des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris interna (Taf. 12; 1y′), welche den Verbindungsast, ramus communicans arteriae circumflexae femoris (Taf. 12; 1y″), abgibt;
      γ) durchbohrenden Pulsadern des Oberschenkels, arteriae perforantes femoris (Taf. 12; 1z″), und zwar eine erste, arteria perforans prima (Taf. 2; 2e), und eine zweite, arteria perforans secunda (Taf. 12; 2f).

II. Blutadern.

Die untere Hohlvene, vena cava inferior oder ascendens (Taf. 12; 1α), gelangt durch das vierseitige Loch, foramen quadrilaterum, aus der Bauchhöhle in die Brusthöhle und daselbst zum rechten Vorhof des Herzens. In der Bauchhöhle entspricht sie der Bauchaorta und setzt sich aus folgenden Zweigen zusammen:

1. den Lendenblutadern, venae lumbales (Taf. 12; 1β);
2. den Nierenblutadern, venae renales (Taf. 12; 1δ), welche die Samenblutadern, venae spermaticae internae (Taf. 12; 1γ), aufnehmen;
3. den Nebennierenblutadern, venae suprarenales (Taf. 12; 1ε);
4. den gemeinschaftlichen Hüftblutadern, venae iliacae communes (Taf. 12; 1ζ). Es sind dies die beiden Hauptzweige, aus denen die untere Hohlvene sich zusammensetzt. Sie nehmen die mittlern Kreuzbeinblutadern, venae sacrales mediae (Taf. 12; 1η), auf, und entstehen aus der
   a) Beckenblutader oder innern Hüftblutader, vena hypogastrica oder vena iliaca interna (Taf. 12; 1θ), und aus der
   b) Schenkelblutader oder äußern Hüftblutader, vena cruralis (Taf. 10; 1d, 2k. Taf. 11; 1w, 2d. Taf. 12; 1i), welche in ihren tiefen Zweigen der Schenkelpulsader entspricht. Sie setzt sich in der Hauptsache zusammen aus der
      α) großen Rosenader, vena saphena magna interna (Taf. 10; 1e, 2m. Taf. 11; 1y, 2e), welche die Hautvenen der innern Fläche des Schenkels, venae cutaneae femoris (Taf. 10; 1f), aufnimmt;
      β) tiefen Blutader des Oberschenkels, vena profunda femoris (Taf. 11; 2f);
      γ) Bauchdeckenblutader, vena epigastrica (Taf. 10; 2e. Taf. 11; 1x), und aus der
      δ) äußern Schamblutadern, venae pudendae externae (Taf. 11; 1z).

III. Pfortader.

Die Pfortader, vena portae (Taf. 11; 1υ), nimmt die Blutadern des Verdauungsapparates auf und läuft zwischen den Platten des Leber-Zwölffingerdarmbandes zur Querfurche der Leber oder der Leberpforte, porta hepatis, wo sie sich in zwei Zweige, den rechten und linken, ramus dexter und sinister, für jeden Leberlappen spaltet, in denen sie sich nochmals wie eine Pulsader verzweigt, um sich dann wieder in den Leberblutadern zu sammeln, die sich schließlich in die untere Hohlvene ergießen.

IV. Lymphgefäße.

Die Lymphgefäße der untern Extremitäten verlaufen theils oberflächlich, theils in der Tiefe und bilden die Lymphdrüsen, von denen die bemerkenswerthesten die oberflächlichen Leistendrüsen, glandulae inguinales (Taf. 10; 1III), sind.

Nerven.

Die Nerven dieser wie der beiden vorhergehenden Tafeln nehmen ihren Ursprung theils von den Lenden- oder Bauchnerven, nervi spinales lumbales, theils von den Kreuzbeinnerven, nervi spinales sacrales.

I. Lendennerven.

Die Lendennerven, nervi spinales lumbales, spalten sich gleich nach ihrem Austritt aus dem Zwischenwirbelloch in zwei Aeste, einen dünnern hintern und einen stärkern vordern Ast.

Die vordern Aeste, rami anteriores, bilden das Lendengeflecht, plexus lumbalis, von denen die folgenden auf unsern Tafeln dargestellt sind:

1. Hüftbeckennerv, nervus ilio-hypogastricus, mit dem Hautast, ramus cutaneus (Taf. 11; 1ι);
2. Hüftleistennerv, nervus ileo-inguinalis (Taf. 10; 1α);
3. Schamschenkelnerv, nervus genito-cruralis, welcher den Lendenleistennerv, nervus lumbo-inguinalis (Taf. 11; 1α), abgibt;
4. vorderer äußerer Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris anterior externus;
5. Hüftlochnerv, nervus obturatorius, der sich in einen stärkern vordern Ast, ramus anterior (Taf. 11; 1ο, 2α), und in einen dünnern hintern Ast (Taf. 11; 2β) spaltet;
6. Schenkelnerv, nervus cruralis (Taf. 10; 2α. Taf. 11; 1δ). Aus diesem nehmen ihren Ursprung folgende bedeutendern Nervenzweige:
   a) der kleine Rosennerv oder innere Hautnerv des Oberschenkels, nervus saphenus minor oder cutaneus femoris internus (Taf. 11; 1ε);
   b) der mittlere vordere Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris anterior medius (Taf. 11; 1ζ);
   c) der große Rosennerv, nervus saphenus major (Taf. 11; 1η);
   d) die Muskelzweige des Schenkelnerven, rami musculares nervi cruralis (Taf. 11; 1ϑ).

Die hintern Aeste, posteriores, gehen zu den Muskeln der Lendengegend, und geben die Hautzweige des Rückens, nervi cutanei dorsales (Taf. 12; 2ϑ), sowie die obern Gesäß-Hautnerven, nervi cutanei superiores clunium, während die Unterleibshautnerven, nervi cutanei abdominales (Taf. 12; 2ι), von den Brustnerven entspringen.

II. Kreuznerven.

Die Kreuznerven, nervi spinales sacrales, gehen aus dem Pferdeschwanz, cauda equina, hervor und theilen sich in gleicher Höhe mit den Kreuzbeinlöchern, foramina sacralia, in zwei Aeste, einen vordern und hintern Kreuzbeinnervenast.

Die vordern Aeste des Kreuzbeinnerven, rami anteriores nervorum sacralium, vereinigen sich zu dem Kreuzbein-Schamgeflecht, plexus sacropudendalis, dessen oberer Theil das Kreuzbein- und dessen unterer Theil das Schamgeflecht bildet.

1. Hüft- oder Kreuzbeingeflecht, plexus sacralis oder ischiadicus.

Aus demselben entspringen:

a) der hintere Hautnerv des Oberschenkels, nervus cutaneus femoris posterior (Taf. 12; 2γ),
b) der obere Gesäßnerv, nervus glutaeus superior;
c) der untere Gesäßnerv, nervus glutaeus inferior (Taf. 12; 2β);
d) der Hüftnerv, nervus ischiadicus (Taf. 12; 2α).

2. Schamgeflecht, plexus pudendalis, aus demselben entspringen:

a) die mittlern Mastdarmnerven, nervi haemorrhoidales medii (Taf. 12; 2ε);
b) der untere Mastdarmnerv, nervus haemorrhoidalis inferior (Taf. 12; 2ζ);
c) der Schamnerv, nervus pudendus communis (Taf. 12; 2δ).

Knochen und Bänder.

Die Knochen und Bänder (Taf. 12; 1A bis 1N und 2A bis K), sind bei Tafel 4, S. 43 und Tafel 5, S. 58 erläutert.

Tafel 13.

Die obern Extremitäten oder Brustglieder, welche zum größten Theil auf dieser Tafel zur Darstellung gelangt sind, hängen zu beiden Seiten des Rumpfes herab, und gehören zu den beweglichsten Theilen des menschlichen Körpers. Sie zerfallen in vier Abtheilungen: die Schulter, pars scapularis, welche bereits auf Tafel 6, 7 und 8, vorzugsweise aber auf Tafel 9 zur Anschauung gelangt ist, den Oberarm, brachium, den Vorderarm, antibrachium, und die Hand, manus.

Figur 1. Der rechte Oberarm von vorn gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurose sowie des Delta- und großen Brustmuskels.

A. Acromion, Schulterhöhe.
B. Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
C. Tuberculum majus humeri, großer Oberarmknochenhöcker.
D. Tuberculum minus humeri, kleiner Oberarmknochenhöcker.
E. Sulcus bicipitalis, Rinne für die Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
F. Condylus humeri internus, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
G. Ligamentum coraco-claviculare, Schlüsselbein-Rabenschnabelfortsatzband.
H. Ligamentum coraco-acromiale, Schulterhöhen-Rabenschnabelfortsatzband.
J. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmknochens.
1. Musculus pectoralis major, großer Brustmuskel.
2. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Oberarmmuskel.
2′ Caput longum musculi bicipitis brachii, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2″ Caput breve musculi bicipitis brachii, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2‴ Aponeurosis musculi bicipitis brachii, Sehnenhaut des zweiköpfigen Armmuskels.

3. Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Armmuskel.
4. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
5. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
6. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
7. Musculus pronator teres, runder Vorwärtsdreher des Vorderarms (am obern Ende abgeschnitten).
8. Musculus flexor carpi radialis oder radialis internus, innerer Speichenmuskel (am obern Ende abgeschnitten).
9. Musculus palmaris longus, langer Hohlhandmuskel (am obern Ende abgeschnitten).
10. Musculus flexor digitorum communis sublimis, gemeinschaftlicher oberer Beugemuskel der Finger.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Arteria profunda brachii, tiefe Armpulsader.
c. Arteria collateralis ulnaris superior, obere Ellbogennebenpulsader.
d. Arteria radialis, Speichenpulsader.
e. Arteria recurrens radialis, zurücklaufende Speichenpulsader.
f. Arteria ulnaris oder cubitalis, Ellbogenpulsader.
g. Arteria antibrachii communis oder interossea communis, Zwischenknochenpulsader.
h. Arteria interossea externa, äußere Zwischenknochenpulsader.
i. Arteria interossea interna, innere Zwischenknochenpulsader.
k. Vena cephalica oder cutanea radialis, Speichenhautblutader.
l. Stelle, wo die Mittelarmblutader, Vena mediana, in die Speichenhautblutader einmündet.
m. Venae brachii, Armblutadern, welche die Armpulsadern begleiten.
m′ Stelle, wo sich die Ellbogenhautblutader, vena basilica oder cutanea ulnaris, mit der innern Oberarmblutader verbindet.
n. Venae profundae brachii, tiefe Armblutadern, welche die Pulsadern begleiten.
o. Venae radiales, Speichenblutadern, welche die Speichenpulsader begleiten.
p. Venae ulnares, Ellbogenblutadern, welche die Ellbogenpulsader begleiten.

Figur 2. Der rechte Oberarm von vorn gesehen nach weiterer Entfernung des zweiköpfigen Oberarmmuskels.

A. Acromion, Schulterhöhe.
B Processus coracoideus, Rabenschnabelfortsatz.
C. Tuberculum majus humeri, großer Oberarmknochenhöcker.
D. Tuberculum minus humeri, kleiner Oberarmknochenhöcker.
E. Condylus externus humeri, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
F. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
G. Ligamentum coraco-clavicular, Rabenschnabelfortsatz-Schlüsselbeinband.
H. Ligamentum coraco-acromiale, Rabenschnabelfortsatz-Schulterhöhenband.
J. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmbeins.
K. Vagina tendinis musculi bicipitis brachii, Sehnenscheide des zweiköpfigen Armmuskels.
L. Insertio musculi pectoralis majoris, Ansatzstelle des großen Brustmuskels.
1. Musculus deltoideus, Deltamuskel.
2. Musculus biceps brachii, zweiköpfiger Armmuskel.
2′ Caput longum musculi bicipitis brachii, langer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
2″ Caput breve musculi bicipitis brachii, kurzer Kopf des zweiköpfigen Armmuskels.
3. Musculus coraco-brachialis, Rabenschnabelfortsatz-Armmuskel.
4. Musculus brachialis internus, innerer Armmuskel.
5. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
6. Musculus extensor carpi radialis brevis oder musculus radialis externus longus, äußerer langer Speichenmuskel.
7. Musculus supinator brevis, kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
8. Musculus flexor digitorum communis sublimis, oberer gemeinschaftlicher Beugemuskel der Finger.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Rami musculares arteriae brachialis, Muskeläste der Armpulsader.
c. Arteria profunda brachii, tiefe Armpulsader.
d. Arteria collateralis ulnaris superior, obere Ellbogennebenpulsader.
e. Arteria collateralis ulnaris inferior, untere Ellbogennebenpulsader.
f. Arteria radialis, Speichenpulsader.
g. Arteria recurrens radialis, zurücklaufende Speichenpulsader.
h Arteria ulnaris oder cubitalis, Ellbogenpulsader.
i. Arteria antibrachii communis oder interossea communis, gemeinschaftliche Pulsader des Vorderarms, oder gemeinschaftliche Zwischenknochenpulsader.
k. Arteria interossea externa, äußere Zwischenknochenpulsader.
l. Arteria interossea interna, innere Zwischenknochenpulsader.
α. Nervus medianus, Mittelarmnerv.
β. Nervus ulnaris oder cubitalis, Ellbogennerv.
γ. Nervus cutaneus externus brachii, äußerer Hautnerv des Arms.
δ. Nervus cutaneus medius brachii, innerer Hautnerv des Arms.
ε. Nervus cutaneus externus antibrachii, äußerer Hautnerv des Vorderarms.
ζ. Nervus radialis, Speichennerv.
ζ′ Ramus profundus nervi radialis, tiefer Ast des Speichennerven.
ζ″ Ramus superficialis nervi radialis, oberflächlicher Ast des Speichennerven.

Figur 3. Der rechte Oberarm von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurose, sowie des Deltamuskels und der Untergrätenmuskel.

A. Spina scapulae, Schultergräte.
B. Acromion, Schulterhöhe.
C. Collum scapulae, Hals des Schulterblattes.
C′ Incisura colli scapulae, Einschnitt des Schulterblatthalses.
D. Claviculae pars acromialis, Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
E. Tuberculum majus humeri, großer Oberarmknochenhöcker.
F. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmbeins.
G. Olecranon, Ellbogenknorren.
H. Ulna, Ellbogenbein.
J. Ligamentum acromio-clavicular, Schulterhöhen-Schlüsselbeinband.

K. Ligamentum incisurae colli scapulae, Band des Einschnitts des Schulterblatthalses.
L. Ligamentum capsulare humeri, Kapselband des Oberarmknochens.
1. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
1′ Caput internum musculi tricipitis brachii, innerer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
1″ Caput longum musculi tricipitis brachii, langer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
1‴ Caput externum musculi tricipitis brachii, äußerer Kopf des dreiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
3. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
4. Musculus anconaeus quartus, kleiner Ellbogenmuskel.
5. Musculus extensor carpi radialis longus oder musculus radialis externus longus, äußerer langer Speichenmuskel.
6. Musculus extensor digitorum communis, gemeinschaftlicher Fingerstrecker.
7. Musculus extensor carpi ulnaris, oder musculus ulnaris externus, äußerer Ellbogenmuskel.
8. Muskeln der Volarseite des Vorderarms.
a. Arteria subscapularis, Unterschulterblattpulsader.
a′ Arteria circumflexa scapulae, umgebogene Schulterblattpulsader.
b. Arteria circumflexa humeri posterior, hintere Kranzpulsader des Arms.
c. Arteria collateralis ulnaris superior, obere Ellbogennebenpulsader.
d. Arteria recurrens interossea, rücklaufende Zwischenknochenpulsader.

Figur 4. Der rechte Unterarm von vorn gesehen, nach Entfernung der Haut und der Aponeurose.

A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Phalanx prima digitorum, erster Fingergliedknochen.
C. Phalanx secunda digitorum, zweiter Fingergliedknochen.
D. Phalanx tertia digitorum, dritter Fingergliedknochen.
E. Aponeurosis musculi bicipitis brachii, Sehnenhaut des zweiköpfigen Armmuskels.
F. Fascia palmaris, Hohlhandfascie, an ihrem Anfange abgeschnitten.
G. Pars fasciae antibrachii, Theil der Fascie des Vorderarms, Volarseite.
H. Ligamentum carpi volare proprium, das eigene Band der Handwurzel-Hohlhandseite.
J. Ligamenta vaginalia digitorum auch ligamenta annularia und obliqua oder cruciata, Scheidenbänder der Fingerbeuger, auch Ring- und Kreuzbänder.
1. Tendo musculi bicipitis brachii inferior, untere Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
3. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
4. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
5. Musculus pronator teres, runder Vorwärtsdreher des Vorderarms.
6. Musculus flexor carpi radialis, innerer Speichenmuskel.
7. Musculus palmaris longus, langer Hohlhandmuskel.
8. Musculus flexor digitorum communis sublimis, oberflächlicher gemeinschaftlicher Beugemuskel der Fingerglieder.
9. Musculus flexor pollicis longus, langer Beugemuskel des Daumens.
10. Musculus flexor carpi ulnaris, oder ulnaris internus, innerer Ellbogenmuskel.
11. Musculus pronator quadratus, viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms.
12. Musculus palmaris brevis, kurzer Hohlhandmuskel.
13. Musculus abductor pollicis brevis, kurzer Abzieher des Daumens.
14. Musculus opponens pollicis, Gegensteller des Daumens.
15. Musculus flexor pollicis brevis, kurzer Beugemuskel des Daumens.
16. Musculus adductor pollicis, Zuziehemuskel des Daumens.
17. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher des fünften Fingers.
18. Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beuger des fünften Fingers.
19. Musculi lumbricales, Spul- oder Regenwurmmuskeln.
20. Tendo musculi flexoris digitorum communis profundi, Sehne des gemeinschaftlichen tiefen Beugemuskels der Finger.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Arteria radialis, Speichenpulsader.
c. Ramus volaris superficialis arteriae radialis, oberflächlicher Hohlhandast der Speichenpulsader.
d. Ramus volaris arteriae ulnaris, Hohlhandast der Ellbogenpulsader.
d′ Arcus volaris sublimis arteriae ulnaris, oberflächlicher Hohlhandbogen der Ellbogenpulsader.
e. Arteriae digitales, Fingerpulsadern.
f. Vena mediana cephalica, Mittelarmblutader der Speichenhautblutader.
g. Venae profundae antibrachii, tiefe Blutadern des Vorderarms.
α. Nervus radialis superficialis, oberflächlicher Speichennerv.
β. Ramus anterior nervi radialis superficialis, vorderer Ast des oberflächlichen Speichennerven.
γ. Ramus posterior nervi radialis superficialis, hinterer Ast des oberflächlichen Speichennerven.

Figur 5. Der rechte Unterarm von vorn gesehen, nach Entfernung der obern Muskelschicht.

A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Radius, Speiche.
C. Ulna, Ellbogenbein.
D. Os pisiforme, Erbsenbein.
E. Processus uncinatus ossis hamati, Hakenfortsatz des Hakenbeins.
F. Phalanx prima, erstes Fingerglied.
G. Phalanx secunda, zweites Fingerglied.
H. Phalanx tertia, drittes Fingerglied.
J. Ligamentum carpi volare proprium, eigenes Band der Hohlhandseite der Handwurzel.
1. Musculus brachialis internus, innerer Oberarmmuskel.
2. Musculus supinator brevis, kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
3. Musculus triceps brachii, dreiköpfiger Armmuskel.
4. Musculus extensor carpi radialis brevis, äußerer kurzer Speichenmuskel.

5. Tendo musculi bicipitis brachii, Sehne des zweiköpfigen Armmuskels.
6. Musculus flexor digitorum communis sublimis, gemeinschaftlicher oberflächlicher Beugemuskel der Finger.
7. Tendo musculi flexoris digitorum communis profundi, Sehne des gemeinschaftlichen untern Beugemuskels der Finger.
8. Musculus flexor pollicis longus, langer Beugemuskel des Daumens.
9. Musculus pronator quadratus, viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms.
10. Musculus opponens pollicis, Gegensteller des Daumens.
11. Musculus flexor pollicis brevis, kurzer Beugemuskel des Daumens.
12. Musculus adductor pollicis, Zuziehemuskel des Daumens.
13. Musculus abductor digiti minimi, Abziehemuskel des fünften Fingers.
14. Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beugemuskel des kleinen Fingers.
15. Musculi interossei interni, innere Zwischenknochenmuskeln.
16. Musculi interossei externi, äußere Zwischenknochenmuskeln.
a. Arteria brachialis, Armpulsader.
b. Arteria radialis, Speichenpulsader.
c Ramus volaris superficialis arteriae radialis, oberflächlicher Hohlhandast der Speichenpulsader.
d. Ramus dorsalis arteriae radialis, Rückenast der Speichenpulsader.
e. Arteria ulnaris, Ellbogenpulsader.
f. Arteria antibrachii oder interossea communis, gemeinschaftliche Zwischenknochenpulsader.
g. Arteriae ulnaris ramus volaris superficialis, oberflächlicher Hohlhandast der Ellbogenpulsader.
h. Arteriae ulnaris ramus volaris profundus, tiefer Hohlhandast der Ellbogenpulsader.
i. Arteria volaris digiti minimi, Hohlhandpulsader des fünften Fingers.
k. Arteria interossea volaris, Hohlhandzwischenknochenpulsader.
l. Venae profundae antibrachii, tiefe Blutadern des Vorderarms.
z. Nervus cutaneus externus brachii, äußerer Hautnerv des Arms.
β. Nervus medianus, Mittelarmnerv.
β′ Rami musculares nervi mediani, Muskeläste des Mittelarmnerven.
γ. Nervus interosseus internus, innerer Zwischenknochennerv.
δ. Nervi digitales volares, Hohlhandnerven der Finger.
ε. Nervus ulnaris volaris, Hohlhandzweig des Ellbogennerven.
ε′ Nervi ulnaris volaris ramus superficialis, oberflächlicher Ast des Hohlhandzweigs des Ellbogennerven.
ε″ Nervi ulnaris volaris ramus profundus, tiefer Ast des Hohlhandzweigs des Ellbogennerven.
ζ. Nervus radialis, Speichennerv.
ζ′ Nervus radialis superficialis, oberflächlicher Speichennerv.
ζ′ Ramus anterior nervi radialis superficialis, vorderer Ast des oberflächlichen Speichennerven.
ζ″ Ramus posterior, hinterer Ast des oberflächlichen Speichennerven.

Figur 6. Der rechte Unterarm von hinten gesehen, nach Entfernung der Haut und Aponeurose.
A. Condylus internus humeri, innerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
B. Condylus externus humeri, äußerer Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
C. Olecranon, Ellbogenknorren.
D. Ulna, Ellbogenbein.
E. Radius, Speiche.
F. Os brachii, Oberarmbein.
G. Phalanx prima, erstes Fingerglied.
H. Phalanx secunda, zweites Fingerglied.
J. Phalanx tertia, drittes Fingerglied.
K. Ligamentum capsulare cubiti, Kapselband des Ellbogengelenks.
L. Ligamentum carpi dorsale, Rückenband der Handwurzelknochen.
M. Ligamenta capsularia digitorum, Kapselbänder der Finger.
1. Musculus triceps brachii tendo, Sehne des dreiköpfigen Armmuskels.
2. Musculus supinator longus, langer Rückwärtsdreher des Vorderarms.
3. Musculus extensor carpi radialis longus, langer äußerer Speichenmuskel.
4. Musculus extensor carpi radialis brevis, kurzer äußerer Speichenmuskel.
5. Musculus extensor digitorum communis, gemeinschaftlicher Fingerstrecker.
6. Musculus extensor digiti minimi proprius, eigener Strecker des kleinen Fingers.
7. Musculus extensor carpi ulnaris, äußerer Ellbogenbeinmuskel.
8. Musculus anconaeus quartus, kleiner Ellbogenmuskel.
9. Musculus abductor pollicis longus, langer Abzieher des Daumens.
10. Musculus extensor pollicis brevis, kurzer Streckmuskel des Daumens.
11. Musculus extensor pollicis longus, langer Strecker des Daumens.
12. Musculus extensor indicis proprius, tendo, Sehne des eigenen Streckers des Zeigefingers.
13. Musculi interossei externi, äußere Zwischenknochenmuskeln.
13′ Musculi interossei interni, innere Zwischenknochenmuskeln.
14. Musculus adductor pollicis, Zuzieher des Daumens.
15. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher des kleinen Fingers.
16. Muskeln der Finger-Volarseite des Vorderarms.
a. Arteria collateralis ulnaris, Ellbogennebenpulsader.
b. Arteria collateralis radialis, Speichennebenpulsader.
c. Arteria collateralis media, mittlere Nebenpulsader.
d. Ramus arteriae interosseae externae, Ast der äußern Zwischenknochenpulsader.
e. Ramus arteriae recurrentis ulnaris, Ast der zurücklaufenden Ellbogenpulsader.
f. Ramus dorsalis arteriae radialis, Rückenast der Speichenpulsader.
g. Ramus carpeus arteriae radialis dorsalis, Handwurzelast des Rückenzweigs der Speichenpulsader.
h. Arteria metacarpea dorsalis, Rücken-Mittelhandknochenpulsader.
i. Ramus ulnaris arteriae pollicis, Ulnarast der Daumenpulsader.

k. Arteria princeps pollicis oder magna pollicis, Hauptpulsader des Daumens oder große Daumenpulsader.

Muskeln der obern Extremität.

Die Muskeln der obern Extremität zerfallen in Muskeln der Schulter, des Oberarms, des Unterarms und der Hand.

I. Muskeln an der Schulter.

A. Muskeln an der obern Seite der Schulter.

1. Deltamuskel, musculus deltoideus (Taf. 6; 1_{25}). Taf. 7; 1_{24}. Taf. 8; 1_{16}. Taf. 9; 2_{16}. Taf. 13; 2_1).

Lage:
Bedeckt das Schultergelenk.

Ansätze:
a) Die Schultergräte, die Schulterhöhe und der Schulterhöhentheil des Schlüsselbeins.
b) Die spina tuberculi majoris des Oberarmknochens.

Wirkung:
Hebt den Arm nach außen in die Höhe.

2. Hakenarmmuskel, musculus coraco-brachialis (Taf. 7; 1_{20}. Taf. 13; 1_3, 2_3).

Lage:
An der äußern Wand der Achselhöhle.

Ansätze:
a) Die Spitze des Rabenschnabelfortsatzes.
b) Das untere Ende der spina tuberculi minoris und das innere Zwischenmuskelband.

Wirkung:
Zieht den Arm nach innen und vorn, und hebt ihn zu gleicher Zeit.

B. Muskeln an der äußern Seite der Schulter.

1. Obergrätenmuskel, musculus supraspinatus (Taf. 9; 2_{19}).

Lage:
An der hintern Fläche des Schulterblattes über der Schultergräte.

Ansätze:
a) Die Fläche und die Ränder der Obergrätengrube des Schulterblattes.
b) Die obere Fläche des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Hebt den Arm in die Höhe und rollt ihn auswärts.

2. Untergrätenmuskel, musculus infraspinatus (Taf. 6; 2_{21}. Taf. 9; 2_{20}).

Lage:
An der hintern Fläche des Schulterblattes unter der Schultergräte.

Ansätze:
a) Die Fläche und die Ränder der Untergrätengrube des Schulterblattes.
b) Der mittlere Theil des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Rollt den Arm nach auswärts und zieht denselben, wenn er gehoben war, nach hinten und unten.

3. Kleiner runder Armmuskel, musculus teres minor (Taf. 9; 2_{21}).

Lage:
Am vordern Rande des Schulterblattes, an den vordern Rand des Untergrätenmuskels sich anlegend.

Ansätze:
a) Die hintere Lippe des vordern Schulterblattrandes.
b) Die untere Fläche des großen Oberarmhöckers.

Wirkung:
Rollt den Arm nach auswärts und zieht ihn nach hinten.

C. Muskeln an der innern Seite der Schulter.

1. Unterschulterblattmuskel, musculus subscapularis.

Lage:
Bedeckt die ganze vordere, dem Rücken aufliegende Fläche des Schulterblattes.

Ansätze:
a) Die Fläche der fossa subscapularis des Schulterblattes.
b) Der kleine Oberarmknochenhöcker.

Wirkung:
Rollt den Arm nach innen und zieht ihn einwärts. (Dieser Muskel hat nicht zur Darstellung gelangen können, da man sich ihn aber leicht vorstellen kann, so haben wir ihn der Vollständigkeit wegen mit erwähnt.)

2. Großer runder Armmuskel, musculus teres major (Taf. 9; 2_{22}).

Lage:
Am untern Rande des kleinen runden Armmuskels.

Ansätze:
a) Der vordere Rand und untere Winkel des Schulterblattes.
b) Die spina tuberculi minoris des Oberarmknochens.

Wirkung:
Rollt den Arm nach innen und zieht ihn nach hinten und unten.

II. Muskeln am Oberarm.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Oberarms.

1. Zweiköpfiger Armmuskel, musculus biceps brachii (Taf. 7; 1_{23}. Taf. 13; 1_2, 2_2).

Lage:
An der vordern innern Seite des Oberarms.

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum musculi bicipitis brachii (Taf. 7; $1_{23}''$. Taf. 13; $1_2'$, $2_1'$), geht an den obern Rand der Gelenkgrube des Schulterblattes, die Sehne läuft in der Rinne zwischen beiden Oberarmhöckern und zwischen den beiden Oberarmhöckerleisten in der Sehnenscheide für den zweiköpfigen Oberarmmuskel, vagina tendinis musculi bicipitis brachii (Taf. 13; 2K), hin. Der kurze Kopf, caput breve (Taf. 7; $1_{23}'$. Taf. 13; $1_2''$, $2_1''$), setzt sich an den Rabenschnabelfortsatz des Schulterblattes an.
b) Der gemeinschaftliche Bauch läuft nach unten in eine Sehne aus, welche sich an den Speichenhöcker ansetzt (Taf. 13; 4_1, 5_4), während eine sehnige Ausbreitung, aponeurosis musculi bicipitis brachii (Taf. 13; $1_2'''$, 4_6), in die Fascie des Vorderarms übergeht.

Wirkung:
Beugt den Vorderarm und dreht denselben, wenn er pronirt, das heißt nach innen gerollt ist, nach außen, welche Bewegung Supination heißt.

2. Innerer Oberarmmuskel, musculus brachialis internus (Taf. 7; 1_{27}. Taf. 13; 1_4, 2_4, 3_7, 4_2, 5_1).

Lage:
Unter dem zweiköpfigen Armmuskel unmittelbar auf dem Knochen.

Ansätze:
a) Die innere Fläche der untern Hälfte des Oberarmknochens und die vordere Fläche der Zwischenmuskelbänder.
b) Der Kronenfortsatz des Ellbogenbeins.

Wirkung:
Beugt den Vorderarm.

B. Muskeln an der Rückenfläche des Oberarms.

1. Dreiköpfiger Armmuskel, musculus triceps brachii (Taf. 7; 1_{28}. Taf. 9; 2_{23}. Taf. 13; 1_8, 2_9, 3_1, 4_3, 5_3, 6_1).

Lage:
An der hintern Fläche des Oberarms.

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum, auch der lange Ellbogenmuskel, musculus anconaeus longus (Taf. 12; $3_1''$) genannt, setzt sich an den vordern Rand des Schulterblattes unmittelbar unter der Gelenkgrube desselben zwischen den beiden runden Armmuskeln; der äußere Kopf, caput externum, auch äußerer Ellbogenmuskel, musculus anconaeus externus (Taf. 13; $3_1'''$) genannt, geht zum äußern Winkel des Oberarmknochens und zur hintern Fläche des äußern Zwischenmuskelbandes; der innere Kopf, caput internum, auch innerer Ellbogenmuskel, musculus anconaeus internus (Taf. 13; $3_1'$) genannt, setzt sich an den innern Winkel des Oberarmknochens und an die hintere Fläche des innern Zwischenknochenbandes.
b) Der Ellbogenknorren, olecranon, und der obere Theil der hintern Fläche und des äußern Winkels des Ellbogenbeins.

Wirkung:
Streckt den Vorderarm.

2. Kleiner Ellbogenmuskel, musculus anconaeus quartus (Taf. 13; 3_4, 6_8).

Lage:
Am obern hintern Theile des Vorderarms nach außen vom Ellbogenknorren.

Ansätze:
a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens,
b) Der obere Theil der äußern Fläche und des äußern Winkels des Ellbogenbeins.

Wirkung:
Hilft mit den Vorderarm strecken.

Der große Brustmuskel, musculus pectoralis major (Taf. 13; 1_1), ist bereits bei den Brustmuskeln auf Tafel 7 behandelt worden, siehe deshalb S. 83.

III. Muskeln am Vorderarm.

A. Muskeln an der Volarfläche des Vorderarms.

Die Volarfläche des Vorderarms (Taf. 13; 3_9, 6_{10}) umfaßt den Vorwärtsdreher des Vorderarms und der Hand, sowie die Beugemuskeln der Hand und zum Theil auch die der Finger, weshalb sie auch die Beugefläche des Vorderarms genannt wird.

1. Runder Vorwärtsdreher des Vorderarms, musculus pronator teres (Taf. 13; 1_7, 4_5).

Lage:
Am obern Theile der innern Fläche des Vorderarms, schräg von innen und oben nach außen und unten gehend.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
b) Ungefähr die Mitte der vordern äußern Fläche der Speiche.

Wirkung:
Pronirt Vorderarm und Hand, wobei die Speiche nach innen gerollt wird. Er unterstützt zugleich die Beugung des Vorderarms.

2. Beugemuskel der Speichenseite (Radialseite) der Handwurzel, oder innerer Speichenmuskel, musculus flexor carpi radialis oder radialis internus (Taf. 13; 1_9, 4_6).

Lage:
An der Ulnarseite (Ellbogenbeinseite) des runden Vorwärtsdrehers des Vorderarms von innen und oben schräg nach außen und unten gehend.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
b) Die Volarfläche der Basis des zweiten Mittelhandknochens.

Wirkung:
Beugt die Hand im Handgelenk und hilft sie proniren.

3. Langer Hohlhandmuskel, musculus palmaris longus (Taf. 13; 1_9, 4_7).

Lage:
In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens.
b) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und die Aponeurose der Hohlhand (Taf. 13; 4F).

Wirkung:
Beugt die Hand.

4. Beugemuskel der Ellbogenseite (Ulnarseite) der Handwurzel oder innerer Ellbogenbeinmuskel, musculus flexor carpi ulnaris oder ulnaris internus (Taf. 13; 4_{10}).

Lage:
Am meisten nach innen an der Volarfläche des Vorderarms, entlang dem Ellbogenbeine.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens, der innere Rand des Ellbogenknorrens und das obere Drittel der hintern Kante des Ellbogenbeins.
b) Das Erbsenbein.

Wirkung:
Beugt die Hand und zieht sie nach der Kleinfingerseite hin.

5. Oberflächlicher gemeinschaftlicher Beugemuskel der Finger, auch durchbohrter Beugemuskel der Finger genannt, musculus flexor digitorum communis sublimis oder perforatus (Taf. 13; 1_{10}, 2_8, 4_8, 3_6).

Lage:
In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms unter den vorerwähnten Muskeln der Beugeseite.
Das untere Ende dieses Muskels spaltet sich in vier Theile, die mit vier Sehnen unter dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel hinweggehen. In der Gegend des ersten Fingergliedes spaltet sich wiederum jede Sehne in zwei Schenkel, zwischen welchen die Sehne des tiefen gemeinschaftlichen Beugers der Finger hindurchgeht.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberarmknochens, der obere Theil der innern Fläche des Ellbogenbeins und die vordere Kante des mittlern Theils der Speiche.
b) Jede Sehne mit je einem ihrer beiden Schenkel an je eine Seite der Vorderfläche des Knochens des zweiten Gliedes vom zweiten bis fünften Finger.

Wirkung:
Beugt das zweite Glied des zweiten bis fünften Fingers.

6. Tiefer gemeinſchaftlicher Beugemuskel der Finger, auch durchbohrender Beugemuskel der Finger genannt, musculus digitorum communis profundus oder perforans (Taf. 13; 4_{20}, 5_7).

Lage:

In der Mitte der Volarfläche des Vorderarms, unter dem oberflächlichen gemeinſchaftlichen Beugemuskel der Finger, deſſen Sehne er an der Spaltungsſtelle am erſten Fingergliede durchbohrt (Taf. 13; 5_7).

Anſätze:

a) Die zwei obern Drittel der innern Fläche und des innern Winkels des Elnbogenbeins und das Zwiſchenknochenband.

b) Die Baſis des Knochens des dritten Gliedes der vier letzten Finger.

Wirkung:

Beugt das dritte Glied des zweiten bis fünften Fingers.

7. Langer Daumenbeuger, musculus flexor pollicis longus (Taf. 13; 4_9, 5_8).

Lage:

An der innern Fläche der Speiche, nach außen von dem tiefen gemeinſchaftlichen Beugemuskel der Finger.

Anſätze:

a) Die zwei obern Drittel der vordern Fläche der Speiche von dem Speichenhöcker an, und das Zwiſchenknochenband.

b) Die Baſis des zweiten Gliedes des Daumens, mit ſeiner Sehne unter dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel hinweggehend.

Wirkung:

Beugt das zweite Glied des Daumens.

8. Viereckiger Vorwärtsdreher des Vorderarms, musculus pronator quadratus (Taf. 13; 4_{11}, 5_9).

Lage:

Am untern Ende der Volarfläche des Vorderarms, dicht über dem Handgelenk und auf dem Knochen aufliegend, quer von dem Elnbogenbein zur Speiche gehend.

Anſätze:

a) Die innere Kante des untern Endes des Elnbogenbeins.

b) Die Vorderfläche des untern Endes der Speiche.

Wirkung:

Pronirt Vorderarm und Hand.

B. Muskeln an der Rückenfläche des Vorderarms.

Die Rückenfläche des Vorderarms umfaßt die Rückwärtsdreher des Vorderarms und der Hand, ſowie die Streckmuskeln der Hand und Finger, weshalb ſie auch die Streckfläche des Vorderarms genannt wird.

1. Langer Rückwärtsdreher des Vorderarms, musculus supinator longus (Taf. 13; 1_8, 3_8, 4_4, 6_2).

Lage:

Am Radialrande des Vorderarms.

Anſätze:

a) Die äußere Seite des äußern Gelenkfortſatzes des Oberarms und das äußere Zwiſchenknochenband.

b) Der Griffelfortſatz der Speiche.

Wirkung:

Beugt den Vorderarm und ſupinirt ihn, d. h. dreht ihn nach rückwärts, wenn er ſtark pronirt, d. h. vorwärts gedreht war.

2. Kurzer Rückwärtsdreher des Vorderarms, musculus supinator brevis (Taf. 13; 2_7, 5_3).

Lage:

Am obern äußern Ende der Speiche, bedeckt vom langen Rückwärtsdreher des Vorderarms.

Anſätze:

a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarms und das Ringband der Speiche.

b) Die innere Fläche der Speiche unter dem Speichenhöcker.

Wirkung:

Supinirt Vorderarm und Hand, indem er die Speiche nach außen rollt.

3. Langer Streckmuskel der Radialſeite der Handwurzel, auch langer äußerer Speichenmuskel genannt, musculus extensor carpi radialis longus, oder radialis externus longus (Taf. 13; 3_8, 6_1).

Lage:

An der äußern Fläche der Speiche, nach innen vom langen Rückwärtsdreher des Vorderarms.

Anſätze:

a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarmbeins und der äußere Winkel dieſes Knochens ſowie das äußere Zwiſchenknochenband.

b) Die Rückenfläche der Baſis des zweiten Mittelhandknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt ſie zugleich, d. h. zieht ſie nach der Seite des Daumens.

4. Kurzer Streckmuskel der Radialſeite der Handwurzel, auch kurzer äußerer Speichenmuskel genannt, musculus extensor carpi radialis brevis, oder radialis externus brevis (Taf. 13; 2_6, 5_4, 6_4).

Lage:

Unmittelbar neben dem langen äußern Speichenmuskel an deſſen innerer Seite.

Anſätze:

a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarmknochens und ein Streifen der Elnbogenfascie.

b) Die Rückenfläche der Baſis des dritten Mittelhandknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt dieſelbe.

5. Streckmuskel der Elnbogenſeite der Handwurzel, auch äußerer Elnbogenmuskel genannt, musculus extensor carpi ulnaris oder ulnaris externus (Taf. 13; 3_7, 6_7).

Lage:

Das Elnbogenbein entlang.

Anſätze:

a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarmbeins und der obere Theil der Fascie des Vorderarms.

b) Der Höcker an der Baſis des fünften Mittelhandknochens.

Wirkung:

Streckt die Hand und abducirt ſie, d. h. zieht ſie nach der Kleinfingerſeite.

6. Gemeinſchaftlicher Fingerſtrecker, musculus extensor digitorum communis (Taf. 13; 3_6, 6_5).

Lage:

In der Mitte der Rückenfläche des Vorderarms, zwiſchen dem äußern kurzen Speichenmuskel und dem äußern Elnbogenmuskel.

Anſätze:

a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarms und ein Theil der Rückenfascie des Vorderarms.

b) Der Muskel geht nach unten in vier Sehnen über, deren eine jede ſich auf der Rückenfläche des

erſten Fingergliedes in drei Theile ſpaltet, von denen der mittelſte ſich auf der Rückenfläche der Baſis des Knochens des zweiten Gliedes der vier letzten Finger anſetzt, während die beiden Seitentheile zum dritten Gliede derſelben Finger gehen.

Wirkung:
Streckt den zweiten bis fünften Finger.

7. Eigener Streckmuskel des kleinen Fingers, musculus extensor digiti minimi proprius (Taf. 13; 6_9).

Lage:
Zwiſchen dem äußern Ellbogenmuskel und dem gemeinſchaftlichen Fingerſtrecker.

Anſätze:
a) Der äußere Gelenkfortſatz des Oberarmknochens und die äußere Kante des Ellbogenbeins.
b) Vereinigt ſich mit der vierten Sehne des gemeinſchaftlichen Fingerſtreckers und geht mit dieſer zum fünften Finger.

Wirkung:
Streckt den kleinen Finger.

8. Langer Abzieher des Daumens, musculus abductor pollicis longus (Taf. 13; 6_9).

Lage:
An ſeinem Urſprung von dem gemeinſchaftlichen Fingerſtrecker bedeckt, läuft er an der hintern Fläche der Speiche zur Hand herab.

Anſätze:
a) Die Rückenſeite des Ellbogenbeins, das Zwiſchenknochenband und die hintere Fläche der Speiche in ihrem mittlern Theile.
b) Die Baſis des Mittelhandknochens des Daumens.

Wirkung:
Zieht den Daumen vom Zeigefinger ab und ſtreckt ihn zugleich.

9. Kurzer Streckmuskel des Daumens, musculus extensor pollicis brevis (Taf. 13; 6_{10}).

Lage:
Nach innen und etwas nach unten von dem langen Abzieher des Daumens.

Anſätze:
a) Die äußere Kante des Ellbogenbeins und das Zwiſchenknochenband.
b) Die Rückenfläche der Baſis des erſten Daumengliedes.

Wirkung:
Streckt das erſte Daumenglied.

10. Langer Streckmuskel des Daumengliedes, extensor pollicis longus (Taf. 13; 6_{11}).

Lage:
An der innern Seite des kurzen Daumenſtreckers.

Anſätze:
a) Die Rückenſeite des Ellbogenbeins und das Zwiſchenknochenband an der obern Hälfte des Unterarms.
b) Die Sehne verbindet ſich mit der des kurzen Daumenſtreckers und geht zum zweiten Gliede des Daumens.

Wirkung:
Streckt das zweite Daumenglied.

11. Eigener Streckmuskel des Zeigefingers, musculus extensor indicis proprius (Taf. 13; 6_{12}).

Lage:
An der innern Seite des langen Daumenſtreckers.

Anſätze:
a) Die hintere Seite des Ellbogenbeins und das Zwiſchenknochenband.
b) Die Sehne dieſes Muskels verſchmilzt in der Gegend des Rückens des zweiten Mittelhandknochens mit der zum zweiten Finger gehenden Sehne des gemeinſchaftlichen Fingerſtreckers und ſetzt ſich mit dieſer an den Rücken des zweiten und dritten Gliedes des Zeigefingers an.

Wirkung:
Streckt den Zeigefinger.

IV. Muskeln an der Hand.

A. Muskeln am Ballen des Daumens.

1. Kurzer Abzieher des Daumens, musculus abductor brevis pollicis (Taf. 13; 4_{13}).

Lage:
An der äußern Seite der Hohlhandfläche des Daumenballens.

Anſätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und der Höcker des großen vielwinkeligen Knochens.
b) Der Radialrand der Baſis des erſten Daumengliedes.

Wirkung:
Zieht den Daumen vom Zeigefinger ab.

2. Kurzer Beuger des Daumens, musculus flexor pollicis brevis (Taf. 13; 4_{15}, 5_{11}).

Lage:
Bildet den innern Rand des Ballens des Daumens. Er legt ſich mit ſeinem äußern Rande unmittelbar an den innern Rand des kurzen Abziehers des Daumens, ſodaß er mit dieſem ſcheinbar einen Muskel bildet. Auf unſerer Tafel iſt in Fig. 4 ſowol von dem kurzen Beuger des Daumens, ſowie von dem kurzen Abzieher des Daumens, da wo beide Muskeln aneinanderſtoßen, ein Stück weggenommen, um den darunter liegenden Gegenſteller des Daumens ſichtbar zu machen.

Anſätze:
a) Entſpringt mit zwei Portionen, einer oberflächlichen von dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel, und mit einer tiefern von dem kleinern vielwinkeligen Knochen und dem Kopfbein.
b) Die beiden Seſambeine und das erſte Glied des Daumens.

Wirkung:
Beugt das erſte Glied des Daumens.

3. Gegenſteller des Daumens, musculus opponens pollicis (Taf. 13; 4_{14}, 5_{10}).

Lage:
Unter dem kurzen Abzieher und kurzen Beuger des Daumens.

Anſätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Radialrand und das Köpfchen des erſten Mittelhandknochens.

Wirkung:
Rollt den Daumen nach innen und bewirkt zugleich die Hohlmachung der Hand.

4. Zuziehmuskel des Daumens, musculus adductor pollicis (Taf. 13; 4_{16}, 5_{12}, 6_{14}).

Lage:
In der Hohlhand zwiſchen dem Daumen und dem Mittelhandknochen des dritten Fingers.

Anſätze:
a) Das Kopfbein und der dritte Mittelhandknochen.
b) Die Baſis des erſten Gliedes des Daumens.

Wirkung:
Zieht den Daumen gegen den Zeigefinger.

B. Muskeln am Ballen des kleinen Fingers.

1. Kurzer Hohlhandmuskel, musculus palmaris brevis (Taf. 13; 4_{12}).

Lage:
Unter der Haut des Ballens des kleinen Fingers in dem daselbst befindlichen fettreichen Bindegewebe.

Ansätze:
a) Der Ulnarrand des mittlern Theils der Hohlhandaponeurose.
b) Die Haut am Ulnarrande des kleinen Fingers.

Wirkung:
Runzelt die Haut des Ballens des kleinen Fingers.

2. Abzieher des kleinen Fingers, musculus abductor digiti minimi (Taf. 13; 4_{17}, 5_{18}).

Lage:
Am Ulnarrande des fünften Mittelhandknochens.

Ansätze:
a) Das eigene Hohlhandband der Handwurzel und das Erbsenbein.
b) Der Ulnarrand der Basis des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Zieht den kleinen Finger vom vierten Finger ab.

3. Kurzer Beugemuskel des kleinen Fingers, musculus flexor digiti minimi brevis (Taf. 13; 4_{18}, 5_{14}, 6_{18}).

Lage:
Am Radialrande des Abziehers des kleinen Fingers.

Ansätze:
a) Der Hakenfortsatz des Hakenbeins und das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Ulnarrand des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Beugt das erste Glied des kleinen Fingers.

4. Gegensteller des kleinen Fingers, musculus opponens digiti minimi.

Lage:
Ist vom kurzen Beuger des kleinen Fingers bedeckt, weshalb er auf unserer Tafel nicht sichtbar ist, doch kann man sich nach den Ansätzen leicht seine Lage vorstellen.

Ansätze:
a) Der Haken des Hakenbeins und das eigene Hohlhandband der Handwurzel.
b) Der Ulnarrand und die Vorderfläche des Köpfchens des Mittelhandknochens des kleinen Fingers.

Wirkung:
Rollt den kleinen Finger nach der Radialseite der Hand und bewirkt dadurch mit die Hohlmachung derselben.

C. Muskeln in der Mitte der Hohlhand.

1. Spul- oder Regenwurmmuskeln, musculi lumbricales (Taf. 13; 4_{16}).

Lage:
Es sind vier Stück dieser Muskeln an jeder Hand und befinden sich dieselben unter der Hohlhandfascie, je einer an der Radialseite einer der vier Sehnen des tiefen gemeinschaftlichen Fingerbeugers.

Ansätze:
a) Die Radialränder der vier Sehnen des tiefen gemeinschaftlichen Fingerbeugers.
b) Die Radialseite des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers. Die Sehne der Spulmuskeln verschmilzt dabei mit der Sehne der Zwischenknochenmuskeln und der Sehne des gemeinsamen Streckmuskels der Finger.

Wirkung:
Sie beugen das erste Glied des zweiten bis fünften Fingers.

2. Innere Zwischenknochenmuskeln, musculi interossei interni oder volares (Taf. 13; 5_{15}, 6_{19}).

Lage:
Es gibt drei innere Zwischenknochenmuskeln, welche unter den Spulmuskeln in der Hohlhand zwischen den Mittelhandknochen des zweiten bis fünften Fingers liegen.

Ansätze:
Der erste innere Zwischenknochenmuskel entspringt an der Ulnarseite des zweiten Mittelhandknochens und geht an den Ulnarrand der Basis des ersten Gliedes des zweiten Fingers.
Der zweite innere Zwischenknochenmuskel entspringt am Radialrand des vierten Mittelhandknochens und geht an die Radialseite der Basis des ersten Gliedes des vierten Fingers.
Der dritte innere Zwischenknochenmuskel entspringt am Radialrande des fünften Mittelhandknochens und geht an die Radialseite des ersten Gliedes des fünften Fingers.

Wirkung:
Sie ziehen den zweiten, vierten und fünften Finger zum Mittelfinger hin.

D. Muskeln auf dem Rücken der Hand.

Aeußere Zwischenknochenmuskeln, musculi interossei externi oder dorsales (Taf. 13; 5_{15}, 6_{19}).

Lage:
Es gibt vier äußere Zwischenknochenmuskeln, welche auf dem Rücken der Hand in den Zwischenräumen zwischen dem ersten bis fünften Mittelhandknochen liegen. Sie ragen in die Hohlhand herein und erscheinen daselbst neben den innern Zwischenknochenmuskeln, je nach ihren Ansätzen am äußern oder innern Rande derselben.

Ansätze:
a) Sie entspringen mit je zwei Köpfen von den einander zugekehrten Seiten zweier Mittelhandknochen.
b) Sie setzten sich mit ihrer Sehne an die Basis des ersten Fingergliedes, und zwar:
der erste äußere Zwischenknochenmuskel an die Radialseite der Basis des ersten Gliedes des zweiten Fingers,
der zweite äußere Zwischenknochenmuskel an die Radialseite der Basis des dritten Fingers,
der dritte äußere Zwischenknochenmuskel an die Ulnarseite der Basis des ersten Gliedes des dritten Fingers,
der vierte äußere Zwischenknochenmuskel an die Ulnarseite der Basis des ersten Gliedes des vierten Fingers.

Wirkung:
Wirken sämmtliche äußere Zwischenknochenmuskeln zu gleicher Zeit, so wird der Mittelfinger festgestellt, während der zweite und vierte Finger von demselben abgezogen wird. Wirken der zweite und dritte äußere Zwischenknochenmuskel einzeln, so wird der Mittelfinger nach der entsprechenden Seite zu gezogen. Die Wirkung der beiden andern äußern Zwischenknochenmuskeln bleibt dieselbe.

Die Muskeln des Ober- und Unterarms werden von einer sehnigen Haut umschlossen, der Oberarmfascie, fascia brachialis, und der Unterarmfascie,

...ria antibrachii. Am Oberarm bringt dieselbe sowol ...n der Außen- wie Innenseite zwischen den Muskeln ...n, und bildet, indem sie zum äußern und innern ...inkel des Oberarmbeins geht, eine Scheidewand ...schen den Beuge- und Streckmuskeln des ...terarms, das äußere Zwischenmuskelband, ...amentum intermusculare externum und das innere ...ischenmuskelband, ligamentum intermusculare ...ternum.

Blutgefäße der obern Extremität.

I. Pulsadern.

Die Achselpulsader, arteria axillaris, welche wir ...on früher bei Tafel 6 und 7 zu betrachten Gelegen...it gehabt haben, und von welcher die auf dieser ...afel sichtbaren Pulsadern:

1. die Unterschulterblattpulsader, arteria sub...apularis (Taf. 13; 3a), aus welcher die umge...gene Schulterblattpulsader, arteria circum...exa scapulae (Taf. 13; 3a'), hervorgeht, und
2. die hintere Kranzpulsader des Arms, ...teria circumflexa humeri posterior (Taf. 13; 3b), ...h abzweigen, setzt sich fort in die

Armpulsader, arteria brachialis (Taf. 13; ...a, 2a, 4a, 5a). Dieselbe verläuft in der Mitte der ...nern Fläche des Oberarms herab, und gelangt über ...en Ellbogenbug, indem sie sich nach oben und ...ußen wendet, zum Vorderarm, wo sie sich in zwei ...weige, die Speichen- und Ellbogenpulsader ...teilt. In ihrem Verlauf gibt sie folgende Aeste ab:

1. die tiefe Armpulsader, arteria profunda ...achii (Taf. 13; 1b, 2c);
2. die Speichennebenpulsader, arteria colla...eralis radialis (Taf. 13; 6b);
3. die obere Ellbogennebenpulsader, ar...teria collateralis ulnaris superior (Taf. 13; 1c, 2d, 3c);
4. die untere Ellbogennebenpulsader, ar...teria collateralis ulnaris inferior (Taf. 13; 2e, 6a);
5. die mittlere Nebenpulsader, arteria colla...teralis media (Taf. 13; 6c);
6. Muskelzweige, rami musculares (Taf. 13; 2b).

Pulsadern des Vorderarms.

A. Die Speichenpulsader, arteria radialis (Taf. 13; 1d, 2f, 4b, 5b), ist der äußere und schwächere Endast der Armpulsader. Sie läuft an der innern Fläche der Speiche herab, wo sie sich um den Radialrand der Handwurzel auf den Rücken derselben schlägt und von hier zwischen dem ersten und zweiten Mittelhandknochen hindurch in die Hohlhand gelangt. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die rücklaufende Speichenpulsader, arteria recurrens radialis (Taf. 13; 1e, 2g);
2. den Hohlhandzweig der Speichenpuls...ader, ramus volaris arteriae radialis (Taf. 13; 4c, 5c), welcher in den obern Hohlhandbogen eintritt;
3. den Rückenzweig der Speichenpulsader, ramus dorsalis arteriae radialis (Taf. 13; 5d, 6f), aus welcher wiederum entspringt:
   a) der Rückenast der Handwurzel, ramus carpeus dorsalis (Taf. 13; 6g);
   b) der Rückenast der Mittelhand, ramus metacarpeus dorsalis (Taf. 13; 6h);
   c) die Ulnarrandpulsader des Daumens, arteria ulnaris pollicis (Taf. 13; 6i);
   d) die große Daumenpulsader, arteria prin...ceps oder magna pollicis (Taf. 13; 6k);
   e) der Endast der Speichenpulsader, wel...cher sich zwischen dem ersten und zweiten Mittel...handknochen in die Hohlhand schlägt und da...selbst dicht auf der Volarfläche der Basis der Mittelhandknochen den tiefen Hohlhand...bogen, arcus volaris profundus, bildet.

B. Die Ellbogenpulsader, arteria ulnaris oder cubitalis (Taf. 13; 1f, 2h, 4o, 5e), ist der innere stärkere Ast der Armpulsader. Sie geht an der innern vordern Fläche des Ellbogenbeins herab und gelangt in die Hohlhand, wo sie unmittelbar unter der Hohl...handaponeurose liegt und den oberflächlichen Hohl...handbogen, arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d, 5g), bildet. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die rücklaufende Ellbogenpulsader, ar...teria recurrens ulnaris (Taf. 13; 6e);
2. die gemeinschaftliche Zwischenknochen...pulsader, arteria interossea communis (Taf. 13; 1g, 2i, 5f), welche aus der Rückenwand der Elle...bogenpulsader, nahe an deren Ursprungsstelle, unter der rücklaufenden Ellbogenpulsader entspringt; sie teilt sich alsbald in zwei Zweige:
   a) die äußere Zwischenknochenpulsader, auch die obere oder durchbohrende Zwischen...knochenpulsader genannt, arteria interossea externa, oder superior, auch perforans (Taf. 13; 1h, 2k, 6d), welche zwischen Speiche und Ellbogenbein hindurchgeht und auf die Rücken...seite des Arms gelangt, wo sie nach Abgabe der rücklaufenden Zwischenknochenpuls...ader, arteria recurrens interossea (Taf. 13; 3d), nach abwärts bis zur Handwurzel läuft, wo sie in den von dem Rückenast der Speichen...pulsader gebildeten Rückenhandwurzel...bogen, arcus carpi dorsalis oder rete carpeum dorsale (Taf. 13; 6g u. 6h), eintritt;
   b) die innere Zwischenknochenpulsader, arteria interossea interna (Taf. 13; 1i, 2e), welche die Fortsetzung des Stammes ist, auf der Volarfläche des Zwischenknochenbandes nach abwärts läuft und, dasselbe in dessen untern Theile durchbohrend, gleichfalls in den Rückenhandwurzelbogen einmündet;
3. den Hohlhandast der Ellbogenpulsader, ramus volaris arteriae ulnaris, derselbe teilt sich in einen:
   a) oberflächlichen Ast, ramus volaris sublimis oder superficialis (Taf. 13; 5g), welcher den oberflächlichen Hohlhandbogen, arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d') bildet, zu welchem auch der oberflächliche Hohlhandast der Speichenpulsader, ramus volaris arteriae radialis superficialis (Taf. 13; 5c), hinzutritt, in einen
   b) tiefen Ast, ramus volaris profundus (Taf. 13; 4), welcher zum tiefen Hohlhandbogen mit und diesen mit dem tiefen Hohlhandbogen der Speichen...pulsader bildet, und in den
   c) Hohlhandast der Ulnarseite des kleinen Fingers, arteria volaris ulnaris digiti minimi (Taf. 13; 5i).

Aus dem oberflächlichen Hohlhandbogen arcus volaris sublimis (Taf. 13; 4d'), entspringen die gemeinschaftlichen Hohlhandarterien der Finger, arteriae [illegible] communes digitorum (Taf. 13; 4e). Es sind deren drei Stück, welche zwischen den Sehnen der [illegible] und bis zum Fingern der [illegible] wo sich jede [illegible] in die [illegible] pulsadern, arteriae [illegible] welchen die eine am [illegible]

Rande zweier nebeneinander liegender Finger bis zur Spitze sich verbreitet.

Aus dem tiefen Hohlhandbogen, arcus volaris profundus, gehen endlich die Hohlhandzwischenknochenpulsadern, arteriae interosseae volares (Taf. 13; 5k), welche die innern Zwischenknochenmuskeln versorgen, hervor.

II. Blutadern.

Die Schlüsselbeinblutader, vena subclavia, welche wir bereits bei Tafel 6 und 7 betrachtet haben, setzt sich zusammen aus:

1. der Achselblutader, vena axillaris, welche in der Achselhöhle neben der Achselpulsader liegt, und aus dem Zusammenfluß der beiden die Armpulsader begleitenden Armblutadern, venae brachiales (Taf. 13; 1m), sowie der übrigen tiefern und oberflächlichen Oberarmblutadern entsteht, und

2. der Speichenhautblutader, vena cephalica oder cutanea radialis (Taf. 13; 1k), welche am Daumen entsteht, am äußern Rande des Vorderarms und an der Volarfläche desselben, sowie am äußern Rande des zweiköpfigen Armmuskels unmittelbar unter der Haut nach aufwärts geht und sich dann zwischen dem Deltamuskel und großen Brustmuskel unter dem Schlüsselbein weg zur Schlüsselbeinblutader begibt, an der Stelle, wo dieselbe aus der Achselblutader hervorgeht.

Noch ist zu nennen die Elnbogenhautblutader, vena basilica, welche am innern Rande an der Volarfläche des Vorderarms nach aufwärts läuft und sich in die innere Armblutader (Taf. 13; 1m′) ergießt.

Ferner die Mittelarmblutader, vena mediana (Taf. 13; 1e, 3f), ein kurzer Verbindungsast, welcher unter der Haut des Elnbogenbuges die Speichenhautvene mit der Elnbogenhautvene in Verbindung setzt.

Wie die Oberarmpulsader werden auch die Pulsadern des Vorderarms von zwei Blutadern begleitet, welche im Gegensatz zu den Hautvenen die tiefen Blutadern des Vorderarms, venae profundae antibrachii (Taf. 13; 1n, 4g, 5e), heißen.

Besonders zu erwähnen sind noch die beiden die Speichenpulsader begleitenden Speichenblutadern, venae radiales (Taf. 13; 1o), sowie die beiden in gleicher Weise mit der Elnbogenpulsader verlaufenden Elnbogenblutadern, venae ulnares (Taf. 13; 1p).

Nerven der obern Extremität.

Die Nerven der obern Extremität gehen aus dem Armgeflecht, plexus brachialis, das wir schon bei Tafel 6 und 7 betrachtet haben, hervor. Von denselben sind auf unserer Tafel dargestellt:

1. der äußere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus externus brachii, auch Muskel-Hautnerv, nervus musculo-cutaneus oder perforans Casseri (Taf. 13; 1γ, 5α) genannt, welcher die Muskeln an der Volarseite des Oberarms und die Haut an der Radialfläche des Vorderarms versorgt;

2. der mittlere Hautnerv des Arms, nervus cutaneus medius brachii oder cutaneus internus major (Taf. 13; 2δ). Derselbe durchbohrt die Oberarmfascie in der Mitte des Oberarms, worauf er in zwei Aeste getheilt die Haut der Volarfläche und des Ulnarrandes des Vorderarms versorgt;

3. der Speichennerv, nervus radialis (Taf. 13; 2ζ, 5ζ). Es ist der stärkste der Armnerven und verläuft anfangs mit der tiefen Armpulsader, geht dann an der vordern innern Seite des äußern Gelenkfortsatzes des Oberarms zum Vorderarm, wo er sich entlang der Speiche zur Rückenfläche des Vorderarms und der Hand wendet. Er gibt ab:

a) den äußern Hautnerv des Vorderarms, nervus cutaneus antibrachii externus (Taf. 13; 2ε);

b) den tiefen Ast, ramus profundus nervi radialis, auch äußerer Zwischenknochennerv, nervus interosseus externus, genannt (Taf. 13; 2ξ′);

c) den oberflächlichen Ast, ramus superficialis nervi radialis (Taf. 13; 2ξ″, 4α, 5ξ), welcher sich wiederum in zwei Zweige theilt, und zwar in den:

α) vordern Ast, ramus anterior oder marginalis (Taf. 13; 4β, 5ξ″), welcher die Haut des Daumenballens versorgt und den Rückennerv der Radialseite des Daumens, nervus dorsalis radialis pollicis, abgibt; und in den

β) hintern oder Rückenast der Hand, ramus posterior oder dorsalis manus (Taf. 13; 4γ, 5ξ‴), welcher auf den Rücken den Ulnarrand des Daumens versieht und dem Zeigefinger für seine beiden, dem Mittelfinger aber nur für seinen Radialrand einen Ast gibt.

4. Der Elnbogennerv, nervus ulnaris oder cubitalis (Taf. 13; 2β). Derselbe läuft am Oberarm dicht unter der Fascie mit der Oberarmpulsader, wendet sich dann nach hinten und läuft in der Rinne des innern Gelenkfortsatzes des Oberarmknochens zum Vorderarm, an dessen innerer Fläche er mit der Elnbogenpulsader verläuft. Sein Hauptast ist der Hohlhand-Elnbogennerv, ramus volaris nervi ulnaris (Taf. 13; 5ε), welcher über dem eigenen Hohlhandbande der Handwurzel in die Hohlhand gelangt und sich da in den

α) oberflächlichen Ast, ramus sublimis oder superficialis (Taf. 13; 5ε′), und in den

β) tiefen Ast, ramus profundus (Taf. 13; 5ε″) theilt.

5. Der Mittelarmnerv, nervus medianus (Taf. 13; 2α, 5β). Derselbe steigt gleichfalls neben der Armpulsader am Oberarme herab, tritt mit dieser durch den Elnbogenbug und läuft dann in der Mitte der Volarfläche des Vorderarms unter dem eigenen Hohlhandbande hinweg zur Hohlhand. Er gibt ab:

a) Muskelzweige, rami musculares (Taf. 13; 5β′), zu sämmtlichen Muskeln der Beugeseite des Unterarms mit Ausnahme des innern Elnbogenmuskels, ferner:

b) den innern Zwischenknochennerv, nervus interosseus internus (Taf. 13; 5γ), und

c) die Hohlhandnerven der Finger, nervi digitorum volares (Taf. 13; 5δ), von denen der erste die Ballenmuskeln des Daumens und die Haut am Radialrande desselben versorgt, während die drei folgenden die ersten drei Spulmuskeln und je zwei einander zusehende Seiten der ersten vier Finger versehen.

Knochen und Bänder.

Die Erklärung der Knochen (Taf. 13; 1A bis 1F, 2A bis 2F, 3A bis 3H, 4A bis 4D, 5A bis 5H und 6A bis 6J), sowie der Bänder (Taf. 13; 1G bis 1J, 2G bis 2K, 3J bis 3L, 4G bis 4J, 5J und 6K bis 6M) dieser Tafel siehe Text zu Tafel 4 u. 5, S. 46 fg. und 60 fg.

Tafel 14.

Die untere Extremität zerfällt in die Hüfte, welche bereits auf den Tafeln 10, 11 und 12 dargestellt worden ist, sowie in den Oberschenkel, Unterschenkel

und den Fuß, welche auf dieſer ſowie der folgenden Tafel zur Anſchauung gelangt ſind.

Figur 1. **Der linke Oberſchenkel von vorn geſehen, nach Entfernung der Haut und der Fascie.**

A. Patella, Kniescheibe.
B. Condylus internus femoris, innerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknochens.
C. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknochens.
D. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkknorren des Schienbeins.
E. Tuberositas tibiae, Schienbeinhöcker.
F. Ligamentum patellae, Kniescheibenband.
G. Fasciae latae femoris pars, Theil der breiten Schenkelbinde.
H. Fascia cruralis, Unterſchenkelfascie.
1. Musculus sartorius, Schneidermuskel.
2. Musculus rectus femoris, gerader Oberſchenkelmuskel.
3. Musculus vastus internus, innerer großer Oberſchenkelmuskel.
4. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberſchenkelmuskel.
5. Musculus pectineus, Kammmuskel.
6. Musculus adductor longus femoris, langer Zieher des Beins.
7. Musculus gracilis, ſchlanker Schenkelmuskel.
a. Vena saphena magna, große oder innere Roſenader.
b. Vena subcutanea femoris, Unterhautblutader des Oberſchenkels.

Figur 2. **Der rechte Oberſchenkel von vorn geſehen, nach Entfernung der oberſten Muskelſchicht.**

A. Patella, Kniescheibe.
B. Condylus internus femoris, innerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknochens.
C. Condylus externus femoris, äußerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknorrens.
D. Condylus externus tibiae, äußerer Gelenkknorren des Schienbeins.
E. Tuberositas tibiae, Schienbeinhöcker.
F. Ligamentum patellae, Kniescheibenband.
G. Fasciae latae femoris pars, Theil der breiten Schenkelbinde.
H. Fascia cruralis, Unterſchenkelfascie.
1. Musculus sartorius, Schneidermuskel.
2. Musculus rectus femoris, gerader Oberſchenkelmuskel.
3. Musculus vastus internus, innerer großer Oberſchenkelmuskel.
4. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberſchenkelmuskel.
5. Musculus cruralis, Schenkelbeinmuskel.
6. Musculus psoas major und iliacus internus, großer Lendenmuskel und innerer Hüftbeinmuskel.
7. Musculus pectineus, Kammmuskel.
8. Musculus adductor longus femoris, langer Zieher des Oberſchenkels.
9. Musculus adductor magnus femoris, großer Zieher des Oberſchenkelmuskels.
10. Musculus gracilis, ſchlanker Schenkelmuskel.
a. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
b. Arteria profunda femoris, tiefe Schenkelpulsader.
c. Rami musculares arteriae cruralis et profundae femoris, Muskelzweige der Schenkelpulsader der tiefen Schenkelpulsader.
d. Arteria articularis genu superior externa, obere äußere Kniegelenkpulsader.
e. Vena saphena magna, große oder innere Roſenader.
f. Vena subcutanea femoris, Unterhautblutader des Oberſchenkels.
α. Nervus cutaneus femoris internus, innerer Hautnerv des Oberſchenkels.
β. Nervus cutaneus femoris anterior medius, vorderer mittlerer Hautnerv des Oberſchenkels.
γ. Nervus saphenus major, großer Roſennerv.
γ′ Ramus minor nervi sapheni majoris, kleiner Zweig des großen Roſennerven.
δ. Rami musculares nervi cruralis, Muskelzweige des Schenkelnerven.
ε. Ramus musculocutaneus nervi cruralis, Muskelhautaſt des Schenkelnerven.

Figur 3. **Linker Unterſchenkel von vorn geſehen, nach Entfernung der Haut und der Fascie.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
F. Phalanges digitorum pedis, Zehenknochen.
G. Ligamentum annulare anterius oder cruciatum anterius, vorderes Ring- oder Kreuzband.
1. Musculus tibialis anticus, vorderer Schienbeinmuskel.
2. Musculus extensor digitorum communis longus, langer gemeinſchaftlicher Zehenſtrecker.
3. Musculus peroneus tertius, dritter Wadenbeinmuskel.
4. Musculus extensor digitorum communis brevis, kurzer gemeinſchaftlicher Zehenſtrecker.
5. Musculus extensor hallucis longus, langer Strecker der großen Zehe.
6. Musculus extensor hallucis brevis, kurzer Strecker der großen Zehe.
7. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
8. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
9. Musculus gastrocnemius, zweiköpfiger Wadenmuskel.
10. Musculus soleus, Schollenmuskel.
11. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
12. Musculi interossei dorsalis pedis, Zwiſchenknochenmuskeln des Fußrückens.
a. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
b. Arteria dorsalis pedis, Pulsader des Fußrückens.
c. Venae profundae cruris, tiefe Unterſchenkelblutadern.

Figur 4. **Rechter Unterſchenkel von vorn geſehen, nach Entfernung der oberſten Muskelſchicht.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Os metatarsi hallucis, Mittelfußknochen der großen Zehe.
F. Phalanges digitorum pedis, Knochen der Zehenglieder.

G. Ligamentum cruciatum anterius, vorderes Kreuzband.
1. Tendo musculi tibialis antici, Sehne des vordern Schienbeinmuskels.
2. Musculus extensor digitorum pedis communis longus, langer gemeinſchaftlicher Streckmuskel der Zehen.
3. Musculus extensor digitorum pedis communis brevis, kurzer gemeinſchaftlicher Streckmuskel der Zehen.
4. Musculus extensor hallucis longus, langer Strecker der großen Zehe.
5. Musculus extensor hallucis brevis, kurzer Strecker der großen Zehe.
6. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
7. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
8. Musculus gastrocnemius, zweiköpfiger Wadenmuskel.
9. Musculus soleus, Schollenmuskel.
10. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
11. Musculi interossei dorsalis pedis, Zwiſchenknochenmuskeln des Fußrückens.
12. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher der fünften Zehe.
α. Nervus saphenus major, großer Roſennerv.
β. Nervus peroneus superficialis, oberflächlicher Wadenbeinnerv.
γ. Ramus cutaneus anterior nervi peronei superficialis, vorderer Hautaſt des oberflächlichen Wadenbeinnerven.
δ. Nervus cutaneus dorsi pedis internus, innerer Hautnerv des Fußrückens.
ε. Nervus cutaneus dorsi pedis medius, mittlerer Hautnerv des Fußrückens.
ζ. Ramus nervi sacralis, Aſt des Wadennerven.
η. Nervi digitales dorsales pedis, Zehennerven des Fußrückens.
ϑ. Nervus peroneus profundus, tiefer Wadenbeinnerv.
ϑ′ Ramus internus nervi peronei profundi, innerer Aſt der tiefen Wadenbeinnerven.
ϑ″ Ramus externus nervi peronei profundi, äußerer Aſt des tiefen Wadenbeinnerven.

Die Erklärung dieſer Tafel verbinden wir mit der der folgenden, da die Theile beider ineinander übergehen und zuſammen ein Ganzes bilden, zu dem auch die auf den Tafeln 10, 11 und 12 dargeſtellte Hüfte gehört, weshalb wir dieſe gleichzeitig bei der Betrachtung der untern Extremität mit behandeln, ſiehe deshalb den Text zu Tafel 15, S. 124 fg.

Tafel 15.

Figur 1. Der rechte Oberſchenkel von vorn geſehen, die Arterien und tiefſte Muskelſchicht zeigend.

A. Femur, Oberſchenkelknochen.
B. Condylus femoris internus, innerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknochens.
C. Condylus femoris externus, äußerer Gelenkknorren des Oberſchenkelknochens.
D. Patella, Knieſcheibe.
E. Tibia, Schienbein.
F. Fibula, Wadenbein.
G. Ligamentum patellae medium, mittleres Knieſcheibenband.
H. Ligamentum patellae internum, inneres Knieſcheibenband.
J. Ligamentum genu laterale internum, innere Seitenband des Kniegelenkes.
K. Ligamentum genu laterale externum anterius, vorderes äußeres Seitenband des Kniegelenkes.
K′ Ligamentum genu laterale externum posterius, hinteres äußeres Seitenband des Kniegelenkes.
L. Capsula synovialis articuli genu, Synovialkapſel des Kniegelenkes.
1. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Oberſchenkelmuskel.
2. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Muskel.
3. Musculus adductor magnus femoris, großer Zuzieher des Oberſchenkels.
4. Insertio musculi pectinei, Anſatz des Kammuskels.
a. Arteria cruralis, Schenkelpulsader.
b. Arteria profunda femoris, tiefe Oberſchenkelpulsader.
c. Ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae, abſteigender Aſt der äußern Kreispulsader des Oberſchenkels.
d. Arteria perforans prima, erſte durchbohrende Pulsader.
e. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
f. Arteria perforans tertia, dritte durchbohrende Pulsader.
g. Arteria nutritia femoris magna, große Nährpulsader des Oberſchenkels.
h. Rami musculares arteriae cruralis, Muskeläſte der Schenkelpulsader.
i. Arteria articularis genu superficialis, oberflächliche Kniegelenkpulsader.
k. Arteria poplitea, Kniekehlenpulsader.
l. Rami musculares arteriae popliteae, Muskeläſte der Kniekehlenpulsader.
m. Arteria articularis genu superior externa, äußere obere Kniegelenkpulsader.
n. Arteria articularis genu superior interna, innere obere Kniegelenkpulsader.
o. Arteria articularis genu media, mittlere Kniegelenkpulsader.
p. Arteriae sacrales, Wadenpulsadern.
q. Arteria articularis genu inferior externa, äußere untere Kniegelenkpulsader.
r. Arteria articularis genu inferior interna, innere untere Kniegelenkpulsader.
s. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
t. Arteria recurrens tibiae, rückläufende Schienbeinpulsader.
u. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.

Figur 2. Linker Oberſchenkel von hinten geſehen, nach Entfernung der Haut und der oberſten Muskelſchicht.

A. Tibia, Schienbein.
1. Insertio musculi glutaei maximi, Anſatz des großen Geſäßmuskels.
2. Musculus vastus externus, äußerer großer Oberſchenkelmuskel.
3. Musculus biceps femoris, zweiköpfiger Oberſchenkelmuskel.
3′ Musculi bicipitis femoris caput longum, langer Kopf des zweiköpfigen Oberſchenkelmuskels.
3″ Musculi bicipitis femoris caput breve, kurzer Kopf des zweiköpfigen Oberſchenkelmuskels.
4. Musculus adductor femoris magnus, großer Zuzieher des Oberſchenkels.
5. Musculi semitendinosi pars inferior, unterer Theil des halbfaſerigen Muskels.

6. Musculus semimembranosus, halbhäutiger Muskel.
7. Musculus gracilis, ſchlanker Schenkelmuskel.
8. Capita musculi gastrocnemii, Köpfe des zweiköpfigen Wadenmuskels.
9. Musculi plantaris pars suprema, oberſter Theil des langen Sohlenmuskels.
10. Musculus popliteus, Kniekehlenmuskel.
11. Musculus soleus, Schollenmuskel.
a. Arteria perforans prima, erſte durchbohrende Pulsader.
b. Arteria perforans secunda, zweite durchbohrende Pulsader.
c. Arteria perforans tertia, dritte durchbohrende Pulsader.
d. Arteria nutritia femoris magna, große Nährpulsader des Oberſchenkels.
e. Arteria poplitea, Kniekehlenpulsader.
f. Arteria articularis genu superior externa, obere äußere Kniegelenkpulsader.
g. Arteria articularis genu superior interna, obere innere Kniegelenkpulsader.
h. Arteria articularis genu inferior externa, untere äußere Kniegelenkpulsader.
i. Arteria articularis genu inferior interna, untere innere Kniegelenkpulsader.
k. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
l. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
m. Arteria peronea communis, gemeinſchaftliche Wadenbeinpulsader.
x. Nervus ischiadicus, Hüftnerv.
y. Rami musculares nervi ischiadici, Muskeläſte der Hüftnerven.
z. Ramus ad nervum cutaneum femoris posteriorem, Zweig zum hintern Hautnerven des Oberſchenkels.
&. Nervus peroneus, Wadenbeinnerv.
k. Nervus cutaneus cruris posterior externus, hinterer äußerer Hautnerv des Unterſchenkels.
Nervus cutaneus cruris posterior medius, hinterer mittlerer Hautnerv des Unterſchenkels.
Nervus tibialis, Schienbeinnerv.
Nervus suralis, Wadennerv.

Figur 3. **Rechter Unterſchenkel von vorn geſehen, nach Entfernung ſämmtlicher vordern Muskeln.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Fibula, Wadenbein.
D. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Ossa tarsi, Fußwurzelknochen.
F. Ossa metatarsi, Mittelfußknochen.
G. Phalanx prima digitorum pedis, erſtes Glied der Zehenknochen.
H. Phalanx secunda digitorum pedis, zweites Glied der Zehenknochen.
J. Phalanx tertia digitorum pedis, drittes Glied der Zehenknochen.
K. Ligamentum annulare anterius, vorderes Ringband.
L. Ligamentum interosseum cruris, Zwiſchenknochenband des Unterſchenkels.
M. Ligamentum tibia-fibulare anticum, vorderes Schienbein-Wadenbeinband.
N. Ligamenta tarsi et metatarsi, Bänder der Fußwurzel- und Mittelfußknochen.
O. Ligamenta lateralia digitorum pedis, Seitenbänder der Zehenknochen.
P. Ligamenta capsularia digitorum pedis, Kapſelbänder der Zehenknochen.

1. Musculi peronei, Wadenbeinmuskeln.
2. Musculi interossei dorsales pedis, Zwiſchenknochenmuskeln des Fußrückens.
a. Arteria tibialis antica, vordere Schienbeinpulsader.
b. Arteria dorsalis pedis, Pulsader des Fußrückens.
c. Arteria recurrens tibiae, rücklaufende Schienbeinpulsader.
d. Arteria malleolaris anterior externa, vordere äußere Knöchelpulsader.
e. Arteria malleolaris anterior interna, vordere innere Knöchelpulsader.
f. Arteria tarsea externa, äußere Fußwurzelpulsader.
g. Arteria tarsea interna, innere Fußwurzelpulsader.
h. Arteria metatarsea externa, äußere Mittelfußpulsader.
h′ Arteria metatarsea interna, innere Mittelfußpulsader.
i. Arcus dorsalis pedis, Fußrückenbogen.
k. Arteriae interosseae dorsalis pedis, Zwiſchenknochenpulsadern des Fußrückens.
k′ Arteria interossea dorsalis pedis prima, erſte Zwiſchenknochenpulsader des Fußrückens.
k″ Arteria interossea dorsalis pedis prima ramus profundus, tiefer Zweig der erſten Zwiſchenknochenpulsader des Fußrückens.
l. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
m. Arteria peronea communis, gemeinſchaftliche Wadenbeinpulsader.
m′ Arteria peronea anterior, vordere Wadenpulsader.
m″ Arteria peronea posterior, hintere Wadenbeinpulsader.
n. Arteria malleolaris posterior interna, hintere innere Knöchelpulsader.
o. Arteria malleolaris posterior externa, hintere äußere Knöchelpulsader.
p. Arteria plantaris pedis interna, innere Fußſohlenpulsader.
q. Arteria plantaris pedis externa, äußere Fußſohlenpulsader.
r. Arteriae sacrales ex arteria poplitea, Wadenpulsadern aus der Kniekehlenpulsader.

Figur 4. **Der linke Unterſchenkel von hinten geſehen, nach Entfernung der Haut und der oberſten Muskelſchicht.**

A. Tibia, Schienbein.
B. Malleolus internus, innerer Knöchel.
C. Malleolus externus, äußerer Knöchel.
E. Ligamentum annulare internum oder laciniatum, inneres Ringband.
1. Tendo Achillis, Achillesſehne.
2. Musculus popliteus, Kniekehlenmuskel.
3. Musculus peroneus longus, langer Wadenbeinmuskel.
4. Musculus peroneus brevis, kurzer Wadenbeinmuskel.
5. Musculus flexor longus hallucis, langer Beuger der großen Zehe.
6. Musculus tibialis posticus, hinterer Schienbeinmuskel.
7. Musculus flexor communis longus digitorum pedis, gemeinſchaftlicher langer Beuger der Zehe.
a. Arteria tibialis postica, hintere Schienbeinpulsader.
b. Arteria articularis genu inferior externa, untere äußere Kniegelenkpulsader.
c. Arteria articularis genu inferior interna, untere innere Kniegelenkpulsader.
d. Arteria nutritia tibiae superior, obere Nährpulsader des Schienbeins.

e. Arteria malleolaris posterior interna, hintere innere Knöchelpulsader.
e′ Arteria malleolaris posterior externa, hintere äußere Knöchelpulsader.
f. Rami calcanei interni arteriae tibialis posticae, innere Ferſenbeinäſte der hintern Schienbeinpulsader.
g. Arteria peronea communis, gemeinſchaftliche Wadenbeinpulsader.
h. Arteria peronea postica, hintere Wadenbeinpulsader.
α. Nervus tibialis, Schienbeinnerv.
β. Nervus cutaneus posterior externus cruris, hinterer äußerer Hautnerv des Unterſchenkels.

Figur 5. Die Fußſohle nach Entfernung der Haut und des kurzen Zehenbeugers.

A. Calcaneus, Ferſenbein.
B. Os metatarsi primum oder hallucis, erſter Mittelfußknochen.
C. Phalanx prima digitorum pedis, erſtes Glied der Zehenknochen.
D. Phalanx secunda digitorum pedis, zweites Glied der Zehenknochen.
E. Phalanx tertia digitorum pedis, drittes Glied der Zehenknochen.
F. Vaginae tendinum musculorum flexorum, Sehnenſcheiden der Beugemuskeln.
F′ Vaginae tendinum appertae, geöffnete Sehnenſcheiden.
1. Flexor digitorum communis brevis insertio, Anſatz des gemeinſchaftlichen kurzen Zehenbeugers.
1′ Flexor digitorum communis brevis tendines, Sehne des gemeinſchaftlichen kurzen Zehenbeugers.
2. Musculus abductor hallucis, Abzieher der großen Zehe.
3. Musculus flexor hallucis brevis, kurzer Beuger der großen Zehe.
4. Musculus flexor hallucis longus, tendo, Sehne des langen Beugers der großen Zehe.
5. Musculus flexor digitorum communis longus, tendo, Sehne des gemeinſchaftlichen langen Zehenbeugers.
6. Musculi lumbricales pedis, Spulwurmmuskeln des Fußes.
7. Musculus quadratus plantae pedis, viereckiger Fußſohlenmuskel.
8. Musculus abductor digiti minimi, Abzieher der kleinen Zehe.
9. Musculus flexor brevis digiti minimi, kurzer Beuger der kleinen Zehe.
10. Musculus interosseus internus tertius, dritter innerer Zwiſchenknochenmuskel.
11. Musculus interosseus externus quartus, vierter äußerer Zwiſchenknochenmuskel.
a. Arteria plantaris externa, äußere Fußſohlenpulsader.
b. Rami musculares arteriae plantaris externae, Muskelzweige der äußern Fußſohlenpulsader.
c. Ramus superficialis arteriae plantaris externae, oberflächlicher Zweig der äußern Fußſohlenpulsader.
d. Ramus profundus arteriae plantaris externae, tiefer Zweig der äußern Fußſohlenpulsader.
e. Arteriae digitales plantares communes, gemeinſchaftliche Fußſohlenpulsadern der Zehen.
e′ Arteriae digitales plantares internae et externae, innere und äußere Fußſohlenpulsadern der Zehen.
f. Arteria plantaris interna, innere Fußſohlenader.
g. Arteria plantaris hallucis interna, innere Fußſohlenpulsader der großen Zehe.
α. Nervus plantaris externus, äußerer Fußſohlennerv.
β. Ramus superficialis nervi plantaris externi, oberflächlicher Zweig der äußern Fußſohlennerven.
γ. Ramus externus nervi plantaris externi, äußerer Zweig des äußern Fußſohlennerven.
δ. Ramus internus nervi plantaris externi, innerer Zweig des äußern Fußſohlennerven.
ε. Nervus plantaris internus, innerer Fußſohlennerv.

Muskeln der untern Extremität.

I. Muskeln der Hüfte.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Hüftgelenkes.

1. Innerer Hüftbeinmuskel, musculus iliacus internus (Taf. 10; 2_{11}. Taf. 11; 1_{11}, 2_7. Taf. 12; 1_{11}).

Lage:
Auf der innern Fläche des Darmbeins.

Anſätze:
a) Der innere Rand des Darmbeinkammes, die innere Fläche des Darmbeins, ſowie das Darmbeinlendenband.
b) Vereint mit dem großen Lendenmuskel geht der innere Hüftbeinmuskel (Taf. 14; 2_4) an den kleinen Rollhügel des Oberſchenkelknochens.

Wirkung:
Beugt den Oberſchenkel, wenn das Becken feſtgeſtellt iſt, dreht dagegen, wenn die Beine fixirt ſind, den Rumpf auf den Schenkelköpfen nach vorn.

2. Großer Lendenmuskel, musculus psoas major (Taf. 10; 2_{10}. Taf. 11; 1_{12}, 2_8. Taf. 12; 1_{11}).

Lage:
An der vordern Fläche der hintern Wand der Bauchhöhle, zu beiden Seiten der Lendenwirbelſäule und am innern Rand des innern Hüftbeinmuskels.

Anſätze:
a) Die Seitenfläche des Körpers und die Querfortſätze des zwölften Bruſt-, ſowie des erſten bis vierten Lendenwirbels.
b) Seine Sehne vereinigt ſich mit der des innern Hüftbeinmuskels und ſetzt ſich an den kleinen Rollhügel des Oberſchenkelknochens.

Wirkung:
Die Wirkung iſt ganz die des innern Hüftbeinmuskels.

B. Muskeln an der hintern Fläche des Hüftgelenkes.

1. Großer Geſäßmuskel, musculus glutaeus maximus (Taf. 11; 2_8. Taf. 12; 2_8. Taf. 15; 2_1).

Lage:
Am Geſäß, unmittelbar unter der Haut.

Anſätze:
a) Der äußere Rand des hintern Theils des Hüftbeinkammes, die hintere Fläche des Heiligenbeins, der ſeitliche Rand des Steißbeins und das Sitzknorren-Heiligenbeinband.
b) Der äußere Schenkel der rauhen Linie des Oberſchenkelknochens unter dem großen Rollhügel und die Oberſchenkelbinde.

Wirkung:
Zieht den Oberſchenkel nach rückwärts und auswärts.

2. Mittlerer Gesäßmuskel, musculus glutaeus medius (Taf. 11; 2_9. Taf. 12; 2_8).

Lage:
An der äußern Fläche des Darmbeins, theils von der Haut, theils von dem großen Gesäßmuskel bedeckt.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Darmbeins, und zwar der vordere Theil des Muskels von dem äußern Rande des Darmbeinkammes, der hintere Theil von der Stelle der äußern Darmbeinfläche, welche zwischen dem Darmbeinkamme und der äußern halbkreisförmigen Linie liegt.
b) Die äußere Fläche des großen Rollhügels des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Zieht den Oberschenkel ab, der vordere Theil rollt denselben nach innen, wenn er zuvor nach außen gerollt worden war.

1. Kleiner Gesäßmuskel, musculus glutaeus minimus.

Lage:
Derselbe hat in unsern Abbildungen nicht zur Anschauung gebracht werden können, man kann sich denselben, welcher sich unter dem mittlern Gesäßmuskel befindet, leicht aus seiner Lage vorstellen.

Ansätze:
a) Die halbkreisförmige Linie der äußern Darmbeinfläche.
b) Die obere Fläche des großen Rollhügels des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Streckt den Oberschenkel und zieht ihn ab.

4. Birnförmiger Muskel, musculus pyriformis (Taf. 12; 1_8, 2_7).

Lage:
Unter dem großen Gesäßmuskel, in dem großen Sitzbeineinschnitte.

Ansätze:
a) Die vordere seitliche Fläche des Heiligenbeins.
b) Der große Rollhügel des Oberschenkels unterhalb des kleinen Gesäßmuskels.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

5. Oberer Zwillingsmuskel, musculus gemellus superior (Taf. 12; 2_9).

Lage:
Am untern Rande des birnförmigen Muskels, vom großen Gesäßmuskel bedeckt.

Ansätze:
a) Der Sitzbeinstachel.
b) Der Muskel vereinigt sich mit der Sehne des innern Hüftlochmuskels und setzt sich an die Rollhügelgrube.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

6. Innerer Hüftlochmuskel, musculus obturator internus (Taf. 12; 2_9).

Lage:
An der hintern Fläche der vordern Wand des kleinen Beckens.

Ansätze:
a) Der innere Umfang des Hüftlochs und die innere Fläche des Hüftlochbandes.
b) Mit der Sehne des obern Zwillingsmuskels vereint die Rollhügelgrube, indem der Muskel durch den kleinen Sitzbeineinschnitt aus dem Becken gelangt.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

7. Unterer Zwillingsmuskel, musculus gemellus inferior (Taf. 12; 2_{10}).

Lage:
Am untern Rande der Sehne des innern Hüftlochmuskels.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Sitzbeinknorrens.
b) Die Rollhügelgrube.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

8. Viereckiger Schenkelmuskel, musculus quadratus femoris (Taf. 12; 2_{11}).

Lage:
Am untern Rande des untern Zwillingsmuskels, zwischen Sitzbeinknorren und großem Rollhügel.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Sitzbeinknorrens.
b) Die hintere Zwischenrollhügellinie.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

9. Aeußerer Hüftlochmuskel, musculus obturator externus (Taf. 11; 2_{11}).

Lage:
An der vordern Fläche der vordern Wand des kleinen Beckens.

Ansätze:
a) Der äußere Umfang des Hüftlochs.
b) Der unterste Theil der Rollhügelgrube

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach außen.

C. Muskeln an der äußern Seite der Hüfte.

Schenkelbindenspanner, musculus tensor fasciae latae (Taf. 10; 1_7, 2_6. Taf. 11; 1_6).

Lage:
An der obern äußern Seite des Oberschenkels.

Ansätze:
a) Der vordere obere Darmbeinstachel.
b) Befestigt sich an der breiten Schenkelbinde.

Wirkung:
Rollt den Schenkel nach innen, zieht ihn ab und spannt die Schenkelbinde.

Die breite Schenkelbinde, fascia lata femoris (Taf. 10; 10. Taf. 14; 1G, 2G), bildet eine sehnige Hülle für sämmtliche Muskeln des Oberschenkels. Sie entspringt vom äußern Rande des Darmbeinkammes, geht am Kreuzbein in die Lendenrückenfascie über und setzt sich vorn und innen an die Aeste des Scham- und Sitzbeins an. Sie bildet um die sämmtlichen Muskeln des Oberschenkels eine Scheide und geht nach unten in die Unterschenkelbinde, fascia cruris (Taf. 14; 1H, 2H), über. Der vordere obere Abschnitt theilt sich in zwei Blätter. Das untere Blatt kleidet die Hüftkammmuskelgrube, fossa ileopectinea, aus und geht nach oben in die Hüftbeinmuskelfascie, fascia iliaca (Taf. 12; 2J) über. Das oberflächliche Blatt des vordern obern Theils der breiten Schenkelbinde legt sich über die großen Schenkelgefäße hinweg und hört unterhalb des Leistenbandes mit einem freien halbmondförmigen Rande, dem sichelförmigen Fortsatze der breiten Schenkelbinde, processus falciformis fasciae latae, auf, die halbovale Grube, fossa semiovalis (Taf. 10; 1P), umfassend, in deren Grunde man das tiefere Blatt des vordern obern Theils der breiten Schenkelbinde erblickt. Zwischen beiden Blättern verlaufen die großen Oberschenkelgefäße, die Schenkelpulsader und Schenkelblutader.

II. Muskeln am Oberschenkel.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Oberschenkels.

1. **Schneidermuskel**, sartorius (Taf. 10; 1_6, 2_5. Taf. 11; 1_4. Taf. 14; 1_1, 2_1).

Lage:
Dicht unter der Haut, schräg von der äußern Seite der Hüfte zur innern Seite des Knies gehend. Der Muskel ist dabei in einer besondern Scheide der breiten Schenkelbinde eingehüllt (Taf. 10; 1_6).

Ansätze:
a) Der vordere obere Darmbeinstachel.
b) Die innere Fläche des obern Endes des Schienbeins, nach innen, neben dem Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und dreht denselben, wenn er bereits gebogen ist, um seine Längsachse nach innen, auch kann er bei fixirter unterer Extremität das Becken gegen den Schenkel neigen.

2. **Gemeinschaftlicher Unterschenkelstrecker**, musculus extensor cruris quadriceps. Derselbe besteht aus vier Theilen, dem **geraden Oberschenkelmuskel**, musculus rectus femoris (Taf. 10; 2_7. Taf. 11; 1_7, 2_{12}. Taf. 14; 1_2, 2_2), dem **äußern großen Schenkelmuskel**, musculus vastus externus (Taf. 10; 2_{12}. Taf. 11; 1_{12}, 2_{17}. Taf. 12; 2_{12}. Taf. 14; 1_4, 2_4. Taf. 15; 2_2), dem **innern großen Schenkelmuskel**, musculus vastus internus (Taf. 11; 2_{18}. Taf. 14; 1_3, 2_3) und dem **Schenkelbeinmuskel**, musculus cruralis (Taf. 10; 1_{14}. Taf. 11; 1_{14}. Taf. 14; 2_3).

Lage:
Unter der Haut an der vordern äußern und innern Oberschenkelfläche, und zwar der gerade Oberschenkelmuskel an der vordern Seite zu oberst, der Schenkelbeinmuskel, an der vordern Seite des Oberschenkelknochens und etwas nach außen, unter dem geraden Oberschenkelmuskel der äußere große Schenkelmuskel an der äußern Seite des Schenkelbeinmuskels, und der innere große Schenkelmuskel an der innern Seite des Schenkelbeinmuskels. Sämmtliche vier Muskeln vereinigen sich in einer Sehne, welche sich an die Kniescheibe ansetzt, und als Kniescheibenband, ligamentum patellae (Taf. 14; 2_7), zum Schienbeinhöcker fortsetzt.

Ansätze:
1. des geraden Oberschenkelmuskels:
   a) der vordere untere Darmbeinstachel,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
2. des Schenkelbeinmuskels:
   a) die vordere Zwischenrollhügellinie und die vordere Fläche des Oberschenkelknochens,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
3. des äußern großen Schenkelmuskels:
   a) der äußere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkelknochens hinauf bis zum großen Rollhügel,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker;
4. des innern großen Schenkelmuskels:
   a) der innere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkelknochens,
   b) die Kniescheibe und der Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Sämmtliche vier Muskeln strecken den Unterschenkel, der gerade Schenkelmuskel allein kann aber auch den Oberschenkel und das Becken gegeneinander bewegen.

B. Muskeln an der innern Seite des Oberschenkels.

1. **Schlanker Schenkelmuskel**, musculus gracilis (Taf. 10; 2_{10}. Taf. 11; 1_{10}, 2_{16}. Taf. 12; 2_{18}. Taf. 14; 1_7, 2_{10}. Taf. 15; 2_7).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels in einer besondern Scheide der breiten Schenkelbinde.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins und der aufsteigende Ast des Sitzbeins.
b) Die Sehne verschmilzt mit der des Schneidermuskels und setzt sich an die innere Fläche des obern Endes des Schienbeins unmittelbar neben den Schienbeinhöcker.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und nähert die Beine einander, auch dreht er den Unterschenkel um dessen Längsachse nach innen.

2. **Langer Zuzieher des Beins**, musculus adductor longus (Taf. 10; 2_9. Taf. 11; 1_9, 2_{11}. Taf. 14; 1_8, 2_8).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels von den drei Zuziehern des Beins am weitesten nach vorn.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins und der Schambeinsymphyse.
b) Das mittlere Drittel der rauhen Linie hinter dem innern großen Schenkelmuskel.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel und hebt denselben zugleich nach vorn in die Höhe.

3. **Kurzer Zuzieher des Beins**, musculus adductor brevis (Taf. 11; 2_{14}).

Lage:
Hinter dem langen Zuzieher des Beins.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins.
b) Der innere Schenkel der rauhen Linie des Oberschenkels über dem Ansatz des langen Zuziehers des Beins.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel.

4. **Großer Zuzieher des Beins**, musculus adductor magnus (Taf. 11; 2_{15}. Taf. 12; 2_{14}. Taf. 14; 2_5. Taf. 15; 1_5, 2_4).

Lage:
An der innern Seite des Oberschenkels bis zum Knie herabsteigend, hinter dem langen und kurzen Zuzieher des Beins.

Ansätze:
a) Der absteigende Ast des Schambeins, der aufsteigende Ast des Sitzbeins und der Sitzbeinknorren.
b) Die ganze Länge der rauhen Linie des Oberschenkelknochens vom kleinen Rollhügel bis zum innern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.

Wirkung:
Adducirt den Schenkel.

5. **Kammmuskel**, musculus pectineus (Taf. 10; 2_8. Taf. 11; 1_8, 2_{10}. Taf. 14; 1_9, 2_7).

Lage:
Am obern innern Theile der vordern Schenkelfläche, zwischen Hüftbeinlendenmuskel und langem Zuzieher des Beins.

Ansätze:
a) Der Kamm des horizontalen Schambeinastes.

b) Der innere Schenkel der rauhen Oberschenkellinie, unmittelbar unter dem kleinen Rollhügel (Taf. 15; 1_4).

Wirkung:
Adducirt den Schenkel und hebt ihn nach vorn in die Höhe.

Muskeln an der hintern Fläche des Oberschenkels.

1. Zweiköpfiger Schenkelmuskel, musculus biceps femoris (Taf. 12; 2_{19}. Taf. 15; 1_1, 2_3).

Lage:
An äußern Rande der hintern Fläche des Oberschenkels.

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum musculi bicipitis femoris (Taf. 15; $2_3'$), am Sitzbeinhöcker, der kurze Kopf, caput breve (Taf. 15; $2_3''$), am äußern Schenkel der rauhen Oberschenkellinie.
b) Das Köpfchen des Wadenbeins.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und dreht ihn nach außen um seine Längsachse, wenn das Knie gebogen ist, und zieht den Oberschenkel nach rückwärts, auch richtet er den gebogenen Rumpf auf den Schenkelköpfen auf, wenn die untern Extremitäten unbeweglich sind.

2. Halbsehniger Muskel, musculus semitendinosus (Taf. 12, 2_{18}. Taf. 15; 2_4).

Lage:
An der innern Seite der hintern Fläche des Oberschenkels.

Ansätze:
a) Der Sitzbeinhöcker.
b) Die innere Fläche des obern Endes des Schienbeins.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und dreht ihn etwas nach innen, auch kann er den gebogenen Rumpf auf den Schenkelköpfen aufrichten, wenn die untern Extremitäten fixirt sind.

3. Halbhäutiger Muskel, musculus semimembranosus (Taf. 13; 2_{17}. Taf. 15; 1_2, 2_5).

Lage:
An der hintern innern Seite des Oberschenkels.

Ansätze:
a) Der Sitzbeinhöcker.
b) Der innere Gelenkhöcker des Schienbeins.

Wirkung:
Beugt den Unterschenkel und richtet den gebogenen Rumpf auf den Schenkelköpfen auf, wenn die untern Extremitäten fixirt sind.

III. Muskeln am Unterschenkel.

A. Muskeln an der vordern Fläche des Unterschenkels.

1. Vorderer Schienbeinmuskel, musculus tibialis anticus (Taf. 14; 1_1, 2_1).

Lage:
An der äußern Fläche des Schienbeins unter der Haut.

Ansätze:
a) Der obere Theil der äußern Fläche des Schienbeins, das Unterschenkelknochenzwischenband und der obere Theil der Unterschenkelfascie.
b) Der innere Rand des ersten Keilbeinknochens der Fußwurzel und die Basis des ersten Mittelfußknochens.

Wirkung:
Beugt den Fuß im Fußgelenk und dreht denselben zugleich um dessen Längsachse, sodaß die Fußsohle auch einwärts gewendet wird. Steht der Fuß fest, so kann er den Unterschenkel nach vorwärts und einwärts bewegen.

2. Gemeinschaftlicher langer Streckmuskel der Zehen, musculus extensor digitorum communis longus (Taf. 14; 3_3, 4_3).

Lage:
An der äußern Seite des vordern Schienbeinmuskels.

Ansätze:
a) Der obere Theil der vordern äußern Fläche des Schienbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels, sowie das Köpfchen und die vordere Kante des Wadenbeins und der obere Theil der Unterschenkelfascie.
b) Der Muskel theilt sich in vier Sehnen, von denen jede in drei Schenkel endigt, von denen der mittlere an die Rückenfläche der Basis des zweiten Gliedes der vier letzten Zehen geht, während die beiden seitlichen an die Rückenfläche der Basis des dritten Gliedes derselben sich ansetzen

Wirkung:
Streckt die zweite bis fünfte Zehe.

3. Dritter Wadenbeinmuskel, musculus peroneus tertius (Taf. 14; 1_3).

Lage:
An der äußern Seite des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers.

Ansätze:
a) Die untere Hälfte der vordern innern Fläche des Wadenbeins,
b) Die Rückenfläche der Basis des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung:
Beugt den Fuß, und dreht die Fußsohle, wenn sie nach einwärts gewendet war, wieder nach unten.

4. Langer Streckmuskel der großen Zehe, musculus extensor hallucis longus (Taf. 14; 3_2, 4_4).

Lage:
Unter und zwischen dem vordern Schienbeinmuskel und dem gemeinschaftlichen langen Zehenstrecker.

Ansätze:
a) Die vordere innere Fläche des Wadenbeins und das Unterschenkelzwischenknochenband.
b) Die Dorsalfläche des zweiten Gliedes der großen Zehe.

Wirkung:
Streckt das zweite Glied der großen Zehe.

B. Muskeln an der äußern Fläche des Unterschenkels.

1. Langer Wadenbeinmuskel, musculus peroneus longus (Taf. 14; 3_7, 4_6. Taf. 15; 3_1, 4_3).

Lage:
Am äußern Rande des Unterschenkels längs des Wadenbeins.

Ansätze:
a) Das Köpfchen und die obern drei Viertel des Wadenbeins.
b) Die Sehne läuft in einer Scheide um den äußern Knöchel herum, durch die Rinne des Würfelbeins und setzt sich an die Plantarfläche des ersten Mittelfußknochens und an das erste Keilbein der Fußwurzel.

Wirkung:
Streckt den Fuß und dreht die Fußsohle, wenn sie nach innen gekehrt war, nach außen.

2. Kurzer Wadenbeinmuskel, musculus peroneus brevis (Taf. 14; 3_8, 4_7. Taf. 15; 3_1, 4_4).

Lage:
Hinter dem langen Wadenbeinmuskel an der äußern Fläche des Wadenbeins.

Ansätze:
a) Die zwei untern Drittel der äußern Fläche des Wadenbeins.
b) Die äußere Fläche des Höckers des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung:
Streckt den Fuß und abducirt ihn.

C. Muskeln an der hintern Fläche des Unterschenkels.

a. Oberflächliche Lage.

1. Zweiköpfiger Wadenmuskel, musculus gastrocnemius (Taf. 14; 3_9, 4_8. Taf. 15; 2_8).

Lage:
Unmittelbar unter der Haut der Wade, mit seinen beiden Köpfen die Kniekehle nach unten begrenzend.

Ansätze:
a) Der äußere Kopf, caput externum, am äußern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens. Der innere Kopf, caput internum, am innern Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens.
b) Beide Köpfe vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Bauch, welcher in die Achillessehne, tendo Achillis (Taf. 15; 4_1), übergeht, welche sich an den Fersenbeinhöcker ansetzt.

Wirkung:
Streckt den Fuß.

2. Schollenmuskel, musculus soleus (Taf. 14; 3_{10}, 4_9. Taf. 15; 2_{11}).

Lage:
An der Wade unter dem zweiköpfigen Wadenmuskel.

Ansätze:
a) Das Köpfchen des Wadenbeins an seinem hintern Theile und die hintere Fläche des Schienbeins.
b) Geht mit dem zweiköpfigen Wadenmuskel in die Achillessehne über und mit dieser zum Höcker des Fersenbeins.

Wirkung:
Streckt den Fuß.

3. Langer Sohlenmuskel, musculus plantaris (Taf. 15; 2_9).

Lage:
Mit seinem kleinen schmalen Bauche zwischen dem zweiköpfigen Wadenmuskel und dem Schollenmuskel. Die lange Sehne geht an die innere Seite der Achillessehne.

Ansätze:
a) Der innere Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens und die Kniegelenkkapsel.
b) Mit der Achillessehne an dem Fersenbeinhöcker und an der Kapsel des Sprunggelenks.

Wirkung:
Hilft den Fuß mit strecken und spannt dabei die Kapselmembran des Sprunggelenks.

b. Tiefe Lage.

1. Kniekehlenmuskel, musculus popliteus (Taf. 15; 2_{10}, 4_2).

Lage:
Unter den Wadenmuskeln in der Kniekehle.

Ansätze:
a) Der äußere Gelenkfortsatz des Oberschenkelknochens und der hintere Rand des äußern Zwischenknorpels des Kniegelenks.
b) Die linea obligna an der hintern Fläche des Schienbeins und die äußere, hintere Kante desselben.

Wirkung:
Hilft das Knie beugen und spannt dabei die Kniegelenkkapsel.

2. Hinterer Schienbeinmuskel, musculus tibialis posticus (Taf. 15; 4_3).

Lage:
Schief hinter den Ausstreckmuskeln des Fußes.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Schienbeins, der innere Winkel des Wadenbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels.
b) Geht in einer besondern Scheide um den innern Knöchel herum an den innern Rand des Kahnbeinhöckers und an das erste und zweite Keilbein der Fußwurzel.

Wirkung:
Streckt den Fuß und kehrt die Fußsohle nach innen, hilft auch bei der Abduction des Fußes.

3. Gemeinschaftlicher langer, oder durchbohrender Beugemuskel der Zehen, musculus flexor digitorum pedis communis longus oder perforans (Taf. 15; 4_7).

Lage:
Bedeckt von dem Schollenmuskel und einem Theile des hintern Schienbeinmuskels.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche des Schienbeins und das Zwischenknochenband des Unterschenkels.
b) Die Sehne geht hinter dem innern Knöchel über die des hintern Schienbeinmuskels hinweg zur Fußsohle und spaltet sich daselbst in vier Theile, welche an die Fußsohlenseite der Basis des dritten Gliedes der zweiten bis fünften Zehe gehen, indem dieselben die Sehnen des gemeinschaftlichen kurzen Beugers der Zehen durchbohren (Taf. 15; 5_8). Die Sehnen beider Beuger liegen in einer gemeinsamen Scheide (Taf. 15; 5F und 5F').

Wirkung:
Beugt das dritte Glied der zweiten bis fünften Zehe.

4. Langer Beuger der großen Zehe, musculus flexor hallucis longus (Taf. 15; 4_5).

Lage:
Zwischen den Wadenbeinmuskeln und den beiden vorigen Muskeln.

Ansätze:
a) Die hintere Fläche und äußere Kante des Wadenbeins in deren zwei untern Dritteln.
b) Die Sehne geht durch eine Furche an der hintern Fläche des Sprungbeins zur Fußsohle und setzt sich an die Fußsohlenfläche der Basis des zweiten Gliedes der großen Zehe (Taf. 15; 5_9).

Wirkung:
Beugt das zweite Glied der großen Zehe.

IV. Muskeln am Fuße.

A. Muskeln auf dem Rücken des Fußes.

1. Gemeinschaftlicher kurzer Streckmuskel der Zehen, musculus extensor digitorum pedis communis brevis (Taf. 14; 3_4, 4_3).

Lage:
Auf dem Rücken des Fußes unter den Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers.

Ansätze:
a) Die äußere obere Fläche des vordern Fortsatzes des Fersenbeins.
b) Der Muskel spaltet sich in drei, seltener vier Theile, deren drei oder vier Sehnen sich an den äußern Rand der entsprechenden drei oder vier Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenstreckers setzen und an das erste Glied der zweiten bis vierten Zehe und bei vier Sehnen auch der fünften Zehe gehen.

Wirkung:
Streckt die zweite bis vierte und zuweilen auch die fünfte Zehe.

1. Kurzer Strecker der großen Zehe, musculus extensor hallucis brevis (Taf. 14; 3_6, 4_8).

Lage:
Am innern Rande des gemeinschaftlichen kurzen Zehenstreckers.

Ansätze:
a) Der vordere untere Theil des Wadenbeins und das untere Schienbein-Wadenbeinband.
b) Die Sehne setzt sich an den äußern Rand des langen Streckers der großen Zehe und geht zur Dorsalfläche derselben.

Wirkung:
Streckt die große Zehe.

4. Aeußere oder Rückenzwischenknochenmuskeln des Fußes, musculi interossei pedis externi seu dorsales (Taf. 14; 3_{12}, 4_{11}. Taf. 15; 3_2, 5_{11}), vier Stück.

Lage:
In den Zwischenräumen der sämmtlichen Mittelfußknochen nach dem Rücken des Fußes zu.

Ansätze:
a) Sie entspringen mit je zwei Köpfen von den einander zugekehrten Rändern des Mittelfußknochens.
b) Der erste und zweite äußere Zwischenknochenmuskel setzen sich an die Tibial- und Fibularseite, d. h. an die innere und äußere Seite des ersten Gliedes der zweiten Zehe, der dritte und vierte äußere Zwischenknochenmuskel an die Fibularseite des ersten Gliedes der dritten und vierten Zehe.

Wirkung:
Wirken sämmtliche äußere Zwischenknochenmuskeln gleichzeitig, so wird die zweite Zehe fixirt und die dritte und vierte nach der Fibularseite abgezogen, ein Gleiches geschieht auch mit der zweiten Zehe, wenn der erste äußere Zwischenknochen nicht wirkt, wol aber der zweite.

B. Muskeln am innern Fußrande.

1. Abzieher der großen Zehe, musculus abductor hallucis (Taf. 14; 3_{11}, 4_{10}. Taf. 15; 5_2).

Lage:
Am Tibialrande der Fußsohle, neben dem kurzen Beuger der großen Zehe.

Ansätze:
a) Die innere Fläche des Fersenbeinhöckers und das Fersenbein-Kahnbeinband, sowie die innere Fläche des ersten Keilbeins der Fußwurzel.
b) Das innere Sesambeinchen und der innere Höcker an der Basis des ersten Gliedes der großen Zehe.

Wirkung:
Zieht die große Zehe von der zweiten ab.

2. Kurzer Beuger der großen Zehe, musculus flexor brevis hallucis (Taf. 15; 5_3).

Lage:
An der äußern Seite, das heißt an der Fibularseite des Abziehers der großen Zehe.

Ansätze:
a) Das erste und zweite Keilbein der Fußwurzel und die Bänder in deren Gegend.
b) Theilt sich in zwei Portionen, zwischen welchen die Sehne des langen Beugers der großen Zehe hindurchtritt und die sich an die beiden Sesambeine der großen Zehe ansetzen.

Wirkung:
Beugt das erste Glied der großen Zehe.

C. Muskeln am äußern Fußrande.

1. Abzieher der kleinen Zehe, musculus abductor digiti minimi pedis (Taf. 14; 4_{12}. Taf. 13; 5_8).

Lage:
Am äußern Fußsohlenrand.

Ansätze:
a) Die äußere Fläche des Fersenbeinhöckers.
b) Der Höcker der Basis des fünften Mittelfußknochens und die äußere Seite der Basis des ersten Gliedes der fünften Zehe.

Wirkung:
Zieht die kleine Zehe nach außen.

2. Kurzer Beuger der kleinen Zehe, musculus flexor brevis digiti minimi pedis (Taf. 15; 5_9).

Lage:
Am vordern Theile des äußern Fußsohlenrandes.

Ansätze:
a) Die untere innere Seite der Basis des fünften Mittelfußknochens und das Fersenbein-Würfelbeinband.
b) Die Fußsohlenfläche der Basis des ersten Gliedes der fünften Zehe.

Wirkung:
Beugt das erste Glied der fünften Zehe.

D. Muskeln in der Fußsohle.

1. Gemeinschaftlicher kurzer oder durchbohrter Beuger der Zehen, musculus flexor digitorum pedis communis brevis oder perforatus (Taf. 15; 5_1 und $5_1'$).

Lage:
In der Mitte der Fußsohle unmittelbar unter der Haut.

Ansätze:
a) Die untere Fläche des Fersenbeinhöckers und die Fußsohlenaponeurose.
b) Der Muskel theilt sich in vier Portionen, deren vier Sehnen sich in der Gegend des ersten Zehengliedes einer jeden der vier letzten Zehen spaltet, um die betreffende Sehne des langen gemeinschaftlichen Beugers der Zehen hindurchzulassen, und sich dann an die Fußsohlenfläche des zweiten Gliedes derselben Zehen ansetzt.

Wirkung:
Beugt das zweite Glied der zweiten bis fünften Zehe.

2. Viereckiger Fußsohlenmuskel, musculus quadratus plantae oder caro quadrata Sylvii (Taf. 15; 5_7).

Lage:
Bedeckt vom gemeinschaftlichen kurzen Beuger der Zehen.

Ansätze:
a) Die untere Fläche des Fersenbeines und das Fersenbein-Würfelbeinband.

b) Der äußere Rand der Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers.

Wirkung:
Da die Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers wegen ihrer Lage die Zehen in schiefer Richtung nach innen beugen würde, so wird dieselbe von dem viereckigen Fußsohlenmuskel, der gleichsam ein zweiter Kopf des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers ist, nach außen gezogen, wobei die Zehen zugleich mit gebogen werden, und zwar wenn beide Muskeln gleichzeitig wirken in gerader Richtung.

3. Spulwurmmuskeln, musculi lumbricales pedis (Taf. 15; 5_6), vier Stück.

Lage:
Bedeckt vom gemeinschaftlichen kurzen Beuger der Zehen.

Ansätze:
a) Die Tibialränder der vier Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers.
b) Die Tibialseite der Basis des ersten Gliedes der zweiten bis fünften Zehe.

Wirkung:
Beugen das erste Glied der zweiten bis fünften Zehe.

4. Zuzieher der großen Zehe, musculus adductor hallucis. Derselbe hat nicht sichtbar gemacht werden können, doch kann man sich ihn leicht aus der Lage vorstellen. Er besteht aus zwei Köpfen.

Lage:
In der Tiefe der Fußsohle, dicht an den Mittelfußknochen.

Ansätze:
a) Der lange Kopf, caput longum, entspringt von der Fußsohlenfläche des zweiten und dritten Keilbeins der Fußwurzel, vom dritten Mittelfußknochen und vom Fersenbein-Würfelbeinband. Der kurze Kopf, caput breve, auch transversalis pedis genannt, setzt sich an die Fußsohlenfläche des vierten Mittelfußknochens.
b) Beide Köpfe gehen vereinigt an das gegen die zweite Zehe gekehrte Sesambein und die Basis des ersten Gliedes der großen Zehe.

Wirkung:
Er zieht die große Zehe gegen die zweite hin.

5. Innere Zwischenknochenmuskeln des Fußes, musculi interossei pedis interni oder plantares (Taf. 15; 5_{10}), drei Stück.

Lage:
In den drei Zwischenräumen zwischen dem zweiten bis fünften Mittelfußknochen nach der Fußsohle zu.

Ansätze:
a) Die Großzehenseite des dritten, vierten und fünften Mittelfußknochens.
b) Dieselbe Seite des ersten Gliedes der drei letzten Zehen.

Wirkung:
Sie ziehen die drei letzten Zehen gegen die zweite Zehe hin.

Blutgefäße.

I. Pulsadern.

Die Schenkelpulsader, arteria cruralis (Taf. 14; 2a. Taf. 15; 1a), ist die Fortsetzung der äußern Hüftpulsader, arteria iliaca externa. Den Ursprung und ersten Verlauf haben wir bereits auf S. 109 betrachtet. Es erübrigt hier nur noch die Fortsetzung, soweit sie auf Taf. 14 und 15 zur Anschauung gelangt, zu erläutern.

So lange die Schenkelpulsader am Oberschenkel verläuft, heißt sie auch Oberschenkelpulsader, arteria femoralis (Taf. 14; 2a. Taf. 15; 1a). Sie gelangt über die Mitte des horizontalen Schambeinastes hinweg aus der Beckenhöhle zum Oberschenkel, an der sie sich immer mehr nach innen wendet, und zu Anfang des letzten Viertels desselben die Sehne des großen Zuziehers des Beins durchbohrt, um in die Kniekehle zu gelangen. Auf unsern beiden Tafeln gibt sie folgende Zweige ab:

1. Die tiefe Schenkelpulsader, arteria profunda femoris (Taf. 14; 2_e. Taf. 15; 1_e). Dieselbe gibt wieder ab:
   a) die äußere Kranzpulsader des Oberschenkels, arteria circumflexa femoris externa, siehe S. 108, von welcher sich wiederum abzweigt:
      der absteigende Ast, ramus descendens arteriae circumflexae femoris externae (Taf. 15; 1e),
   b) die durchbohrenden Pulsadern, rami perforantes arteriae profundae femoris, und zwar eine
      erste durchbohrende Pulsader, arteria perforans prima (Taf. 15; 1d, 2a),
      zweite durchbohrende Pulsader, arteria perforans secunda (Taf. 15; 1e, 2b),
      dritte durchbohrende Pulsader, arteria perforans tertia (Taf. 15; 1f, 2b), aus welcher
      die große Nährpulsader des Oberschenkelknochens, arteria nutritia magna ossis femoris (Taf. 15; 1g, 2o), entspringt.

2. Muskelzweige, rami musculares (Taf. 14; 2c. Taf. 15; 1h).

3. Die oberflächliche Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superficialis (Taf. 15; 1i), welche in das Kniegelenknetz, rete articulare genu, übergeht.

Die Kniekehlenpulsader, arteria poplitea (Taf. 15; 1k, 2e), wird die Fortsetzung der Schenkelpulsader in der Kniekehle von deren Durchtritt durch den große Zuzieher des Beins bis zum obern Fünftel des Unterschenkels, wo sie sich unter dem Schollenmuskel in die vordere und hintere Schienbeinpulsader spaltet. Sie gibt folgende Zweige ab:

1. die obere äußere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior externa (Taf. 14; 2c. Taf. 15; 1m, 2f);
2. die obere innere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior interna (Taf. 15; 1n, 2g),
3. die untere äußere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu inferior externa (Taf. 15; 1q, 2h, 4b), welche sich um den äußern Gelenkhöcker des Schienbeins nach außen und vorn oberhalb des Wadenbeinköpfchens herumschlägt und zur Bildung des Kniegelenknetzes, rete articulare genu, beiträgt;
4. die untere innere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu inferior interna (Taf. 15; 1r, 2i, 4b);
5. die Muskelzweige der Kniekehle, rami musculares popliteae (Taf. 15; 1e);
6. die mittlere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu media oder azyga (Taf. 15; 1o), welche auch zuweilen als mittlere obere Kniegelenkpulsader, arteria articularis genu superior media, aus der obern äußern Kniegelenkpulsader oder als mittlere untere Kniegelenkpulsader ar-

ten articularis genu inferior media, aus der untern mittlern Kniegelenkpulsader entspringt;

7. die **Wadenmuskelpulsadern**, arteriae surales (rami gastrocnemii (Taf. 15; 1p, 3r), vier bis fünf Stück, welche zum zweiköpfigen Wadenmuskel, zum Schollenmuskel und langen Sohlenmuskel gehen.

Die **Kniekehlenpulsader**, arteria poplitea, theilt sich in die:

1. **Vordere Schienbeinpulsader**, arteria tibialis antica (Taf. 14; 3a. Taf. 15; 1s, 2k, 3a, 4c). Dieselbe gelangt zwischen dem obern Ende des Schienbeins und Wadenbeins über dem obern Rande des Zwischenknochenbandes des Unterschenkels hindurch zur vordern Fläche des Unterschenkels, an welchem sie zum Fußrücken herabläuft. Sie gibt folgende Zweige ab:
   a) die **zurücklaufende Schienbeinpulsader**, arteria recurrens tibialis (Taf. 15; 1t′, 3c);
   b) die **vordere äußere Knöchelpulsader**, arteria malleolaris anterior externa (Taf. 15; 3d);
   c) die **vordere innere Knöchelpulsader**, arteria malleolaris anterior interna (Taf. 15; 3e).

Der Stamm geht dann als **Rückenpulsader des Fußes**, arteria dorsalis pedis oder pediaea (Taf. 14, 3b. Taf. 15; 3b), weiter und gibt ab die:
   a) **äußere Fußwurzelpulsader**, arteria tarsea externa (Taf. 15; 3f);
   b) **innere Fußwurzelpulsader**, arteria tarsea interna (Taf. 15; 3g);
   c) **äußere Mittelfußpulsader**, arteria metatarsea externa (Taf. 15; 3h);
   d) **innere Mittelfußpulsader**, arteria metatarsea interna (Taf. 15; 3h′);
   e) den **Fußrückenbogen**, arcus dorsalis pedis (Taf. 15; 3i), welcher auf dem Kahnbein seinen Anfang nimmt, bogenförmig mit der Convexität gegen die Zehen gerichtet nach außen läuft und durch einen Zweig mit der äußern Fußwurzelpulsader in Verbindung tritt. Aus dem Bogen gehen die **Zwischenknochenpulsadern des Fußrückens**, arteriae interosseae dorsales pedis (Taf. 15; 3k), hervor; drei Stück, welche auf dem Rücken in den Zwischenräumen der Mittelfußknochen der zweiten bis fünften Zehe verlaufen und am Köpfchen derselben sich gabelförmig in zwei Zweige spalten, die als **Rückenpulsadern der Zehenglieder**, arteriae digitales dorsales, sich an den einander zusehenden Rändern zweier Zehen bis zur Zehenspitze verbreitern. Die Fortsetzung der Fußrückenpulsadern bildet die **Rückenpulsader der großen Zehe**, oder erste **Zwischenknochenpulsader des Fußrückens**, arteria dorsalis hallucis oder interossea dorsalis prima (Taf. 15; 3k′), welche einen
      a) **innern Zweig**, ramus internus dorsalis hallucis, für den innern oder Tibialrand des Rückens der großen Zehe, einen
      b) **äußern Zweig**, ramus dorsalis hallucis externus, für den äußern oder Fibularrand der großen Zehe, einen
      c) **innern Rückenzweig für die zweite Zehe**, ramus dorsalis digiti secundi internus, und einen
      d) **tiefen oder Fußsohlenzweig**, ramus profundus oder plantaris profundus (Taf. 15; 3k″), den Endast der Fußrückenpulsader, welcher zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen in die Fußsohle dringt und daselbst zum tiefen Fußsohlenbogen, arcus plantaris profundus, tritt, abgibt.

2. **Hintere Schienbeinpulsader**, arteria tibialis postica (Taf. 15; 1u, 2b, 3b). Dieselbe ist die Fortsetzung der Kniekehlenpulsader. Sie steigt an der hintern Fläche des Unterschenkels herab zum innern Knöchel, um welchen sie sich herumbiegt und an der innern Fläche des Fersenbeins zur Fußsohle gelangt, wo sie sich in die **innere** und **äußere Fußsohlenpulsader** spaltet. Sie gibt ab die:
   a) **obere Nährpulsader des Schienbeins**, arteria nutritia tibiae superior (Taf. 15; 4d);
   b) **gemeinschaftliche Wadenbeinpulsader**, arteria peronea oder fibularis communis (Taf. 15; 2m, 3m, 4g), welche an der innern hintern Fläche des Wadenbeins herabläuft und im untern Drittel des Unterschenkels sich in eine:
      α) **vordere oder durchbohrende Wadenbeinpulsader**, arteria peronea anterior oder perforans (Taf. 15; 3m′), und in eine:
      β) **hintere Wadenbeinpulsader**, arteria peronea posterior (Taf. 13; 3m″, 4h), spaltet, welche die **hintere äußere Knöchelpulsader**, arteria malleolaris posterior externa (Taf. 15; 3o, 4e′), abgibt;
   c) **hintere innere Fußknöchelpulsader**, arteria malleolaris posterior interna (Taf. 15; 3k, 4e);
   d) **Zweige zur innern Seite des Fersenbeins**, rami calcanei interni (Taf. 15; 4f).

Die hintere Schienbeinpulsader theilt sich endlich in der Fußsohle in die
   a) **innere Fußsohlenpulsader**, arteria plantaris interna (Taf. 15; 3p, 5f), welche am innern Rande der Fußsohle nach vorwärts läuft und als **innere Fußsohlenpulsader der großen Zehe**, arteria plantaris interna hallucis (Taf. 15; 5g), endigt, sowie in die
   b) **äußere Fußsohlenpulsader**, arteria plantaris externa (Taf. 15; 3q, 5a). Dieselbe begibt sich zum äußern Rande der Fußsohle, an welchem sie entlang nach vorn läuft, um sich dann bogenförmig nach innen zu biegen, wo sie, auf dem Mittelfußknochen aufliegend, mit dem tiefen Fußsohlenaste aus der Fußrückenpulsader den **tiefen Fußsohlenbogen**, arcus plantaris profundus, bildet. Sie gibt folgende Zweige ab:
      α) **Muskeläste**, rami musculares (Taf. 15; 5b);
      β) einen **oberflächlichen Ast**, ramus superficialis (Taf. 15; 5c), welcher mit Zweigen der innern Fußsohlenpulsader in Verbindung tritt und den **oberflächlichen Fußsohlenbogen**, arcus plantaris sublimis, welcher zwischen der Fußsohlenfascie und den gemeinschaftlichen Beugern der Zehen liegt, bildet;
      γ) einen **tiefen Ast**, ramus profundus (Taf. 15; 5d), welcher auf den Mittelfußknochen aufliegend, wie schon erwähnt den **tiefen Fußsohlenbogen**, arcus plantaris profundus, bildet, aus welchen vier **Zwischenknochenpulsadern für die Fußsohle**, arteriae interosseae plantares oder digitales communes (Taf.

15; 5e), entspringen, welche auf der Fußsohlenseite in den Zwischenräumen zwischen den Mittelfußknochen verlaufen und am ersten Gliede der Zehen sich gabelförmig in zwei Zweige spalten, die an den einander zugekehrten Rändern der Zehen, als innere und äußere Pulsader der Fußsohlenseite der Zehen, arteria digitalis plantaris interna und externa (Taf. 15; 5e'), bis zur Zehenspitze verlaufen.

II. Blutadern.

Die Blutadern der untern Extremität begleiten zumeist die Pulsadern und nehmen den entsprechenden Namen an. Sie sind entweder tiefe Blutadern, venae profundae, wie die tiefen Unterschenkelblutadern, venae profundae cruris (Taf. 14; 3c), oder Hautvenen, venae subcutaneae, wie die Unterhautblutader des Oberschenkels, vena subcutanea femoris (Taf. 14; 1b, 2f), und die große Rosenader, vena saphena magna oder interna (Taf. 14; 1a, 2e), welche am innern Fußrande beginnt und an der innern Seite des Unter- und Oberschenkels in die Höhe läuft, um sich in der halbovalen Grube, fossa semiovalis, in die Schenkelblutader zu ergießen.

Nerven.

Der Schenkelnerv, nervus cruralis, nimmt seinen Ursprung aus dem Lendengeflecht und gibt folgende Hautzweige ab:

1. den kleinen Rosennerv, nervus saphenus minor oder cutaneus femoris internus (Taf. 14; 1α, 2α);
2. den mittlern vordern Hautnerv, nervus cutaneus femoris anterior medius (Taf. 14; 2β);
3. den großen Rosennerv, nervus saphenus major (Taf. 14; 2γ, 4α), welcher sich in einen
   a) kleinen Zweig, ramus minor nervi sapheni majoris (Taf. 14; 2γ'), und in einen
   b) großen Zweig, ramus major, die Fortsetzung des Stammes, theilt.
4. Muskelzweige, rami musculares (Taf. 14; 2δ), und den
5. Muskelhautast, ramus musculo cutaneus (Taf. 14; 2ε).

Der Hüftnerv, nervus ischiadicus (Taf. 15; 2α), auch innerer Kniekehlennerv, nervus popliteus internus, genannt, nimmt seinen Ursprung aus dem Kreuzbeingeflecht und läuft an der hintern Fläche des Oberschenkels herab, Zweige zu den benachbarten Muskeln, rami musculares (Taf. 15; 2β), abgebend, sowie einen Zweig zum hintern Hautnerven des Oberschenkels, ramus ad nervum cutaneum femoris posteriorem (Taf. 15; 2γ); in der Mitte des Oberschenkels spaltet er sich in zwei Zweige, in den

1. Schienbeinnerv, nervus tibialis (Taf. 15; 2η, 4α), welcher folgende Aeste abgibt:
   a) den Wadennerv oder untern Rosennerv, nervus suralis oder saphenus inferior, auch nervus communicans tibialis (Taf. 14; 4ζ. Taf. 15; 2ϑ),
   b) den innern Sohlennerv, nervus plantaris internus (Taf. 15; 5ε), und den
   c) äußern Sohlennerven, nervus plantaris externus (Taf. 15; 5α). Dieser spaltet sich wieder
      α) in einen oberflächlichen Ast, ramus superficialis (Taf. 15; 5β), welcher sich abermals, in einen
         αα) äußern Zweig, ramus externus (Taf. 15; 5γ), und in einen
         ββ) innern Zweig, ramus internus (Taf. 15; 5δ), theilt, und
      β) in einen tiefen Ast, ramus profundus.

2. Wadenbeinnerv, nervus peroneus oder fibularis, auch äußerer Kniekehlennerv, nervus popliteus externus (Taf. 15; 2δ). Derselbe gibt folgende Zweige ab:
   a) den hintern mittlern Unterschenkelhautnerven oder Hautnerven der Wade, nervus cutaneus cruris oder surae posterior medius (Taf. 15; 2ζ);
   b) den hintern äußern Unterschenkelhautnerven, nervus cutaneus cruris oder surae posterior, auch nervus communicans peronei oder fibularis, genannt (Taf. 15; 2ε, 4β);
   c) den oberflächlichen Wadenbeinnerven, nervus peroneus superficialis (Taf. 14; 4β), welcher den
      α) vordern Hautast, ramus cutaneus anterior nervi peronei superficialis (Taf. 14; 4γ), abgibt, und sich dann in die beiden Endäste spaltet, den
      β) innern Hautnerven des Fußrückens, nervus cutaneus dorsi pedis internus (Taf. 14; 4δ), und
      γ) den mittlern Hautnerven des Fußrückens, nervus cutaneus dorsi pedis medius (Taf. 14; 4ε);
   d) den tiefen Wadenbeinnerven oder vordern Schienbeinnerven, nervus peroneus profundus oder tibialis anticus (Taf. 4; 4ϑ), derselbe gibt:
      α) einen innern Zweig, ramus internus (Taf. 14; 4ϑ'), und
      β) einen äußern Zweig, ramus externus (Taf. 14; 4ϑ'') ab, welcher sich mit dem innern Hautnerven des Fußrückens aus dem oberflächlichen Wadenbeinnerven verbindet und die Zehennerven des Fußrückens, nervi digitales dorsales pedis (Taf. 14; 4η), zu den einander zugekehrten Seiten der ersten und zweiten Zehe entsendet.

Knochen und Bänder.

Ueber die Knochen (Taf. 14; 1A bis 1E, 2A bis 2F, 3A bis 3F, 4A bis 4F. Taf. 15; 1A bis 1F, 2A, 3A bis 3J, 4A bis 4O, 5A bis E), und die Bänder (Taf. 14; 1F, 3G, 4G. Taf. 15; 1G bis 1L, 3K bis 3O und O', 4E, siehe den Text zu Taf. 4 und 5, S. 49 fg. und 62 fg.

Zoologie.

Bearbeitet

von

Dr. Carl Vogt,

Professor an der Universität in Genf.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3
Kreis der Wirbelthiere 11
Höhere Wirbelthiere 16
Warmblüter.
Klasse der Säugethiere (Tafel 1 bis 11) . . . 16
Unterklasse der Monodelphen 20
Unterklasse der Didelphen 38
Klasse der Vögel (Tafel 12 bis 18) 41
Unterklasse der Nesthocker 47
Unterklasse der Nestflüchter 54
Kaltblüter.
Klasse der Schleicher (Tafel 19 und 20) . . . 60
Unterklasse der Panzerschleicher 65
Unterklasse der Schuppenschleicher 66
Niedere Wirbelthiere 72
Klasse der Lurche (Tafel 21) 72
Klasse der Fische (Tafel 22 bis 24) 79
Unterklasse der Urfische 87
Unterklasse der Knochenfische 93
Klasse der Rundmäuler (Tafel 24) 104
Klasse der Rohrherzen (Tafel 24) 105
Kreis der Gliederthiere 105
Klasse der Insekten (Tafel 25 bis 27, Figur 44) 109
Klasse der Tausendfüße (Tafel 27, Figur 45 bis 49) 149
Klasse der Spinnenthiere (Tafel 27, Figur 50 bis Tafel 28, Figur 7) 150
Klasse der Krustenthiere (Tafel 28, Figur 8 bis Tafel 29, Figur 5) 157
Kreis der Weichthiere 167
Klasse der Kopffüßler oder Kraken (Tafel 30, Figur 23 bis 30) 169
Klasse der Bauchfüßer oder Schnecken (Tafel 30, Figur 31 bis 40 u. Tafel 31, Figur 1 bis 4) 174
Unterklasse der Segelschnecken 177
Unterklasse der Wimperschnecken 182
Klasse der Muschelthiere oder Blattkiemer (Tafel 31, Figur 10 bis 23) 183
Klasse der Armfüßer (Tafel 31, Figur 5 bis 9) 190
Klasse der Manteltiere (Tafel 31, Figur 24 bis 29) 1
Klasse der Moosthiere (Tafel 31, Figur 30 bis 33) 1
Kreis der Würmer 1
Klasse der Räderthiere (Tafel 29, Figur 6 bis 11) 1
Klasse der Borstenwürmer (Tafel 29, Figur 12 bis 27) 1
Klasse der Sternwürmer (Tafel 29, Figur 32) 1
Klasse der Rundwürmer (Tafel 29, Figur 31, 33 bis 38) 1
Klasse der Plattwürmer (Tafel 29, Figur 28 bis 30, 39 bis 42 und Tafel 30, Figur 1 bis 22) 1
Unterklasse der Wimperwürmer 1
Unterklasse der Napfwürmer 1
Kreis und Klasse der Stachelhäuter (Tafel 31, Figur 34 bis 39 und Tafel 32, Figur 1 bis 10) 1
Kreis der Darmgefäßler 1
Klasse der Rippenquallen (Tafel 32, Figur 19, 20 und 23) 1
Klasse der Quallenpolypen (Tafel 32, Figur 21, 22 und Tafel 33, Figur 1 bis 12) . 1
Unterklasse der Armpolypen 1
Unterklasse der Quallenpolypen 1
Klasse der Korallenthiere (Tafel 32, Figur 11 bis 18) 1
Klasse der Schwämme (Tafel 33, Figur 33) . 1
Kreis der Urthiere 1
Klasse der Infusionsthierchen (Tafel 33, Figur 13, 14, 16 bis 21) 1
Klasse der Wurzelfüßer (Tafel 33, Figur 15, 22 bis 30) 1
Unterklasse der Meerqualster 1
Unterklasse der eigentlichen Wurzelfüßer 1
Klasse der Moneren (Tafel 33, Figur 31, 33 und 34) 1

Einleitung.

he Aufgabe der **Zoologie** ist die Erforschung Thiere.

s fragt sich hier vor allem, was ist ein Thier? ie Beantwortung dieser Frage ist leicht, sobald sich um höherentwickelte Organismen handelt, un- sich, sobald wir auf die ersten Anfänge zurück- n, und zwar um deswillen, weil beide Arten von nismen, Thiere wie Pflanzen, von einem gemein- n Formelement, der Zelle, ausgehen, welches an ir sich ein in sich abgeschlossenes organisches Wesen lt, das alle Grundfunctionen eines solchen, Er- rung, Bewegung und Fortpflanzung, besitzt.

inné bezeichnete die Grundverschiedenheit der drei e mit folgenden Sätzen: Die Steine wachsen; Pflanzen wachsen und leben; die Thiere wachsen, n und fühlen. Die Empfindung wurde also von als Unterschied für die Thiere gesetzt. Da wir die Empfindung nur durch die Bewegung er- hen und messen können, indem eine nicht von gung gefolgte Empfindung, die andere haben en, für uns nicht in die Erscheinung tritt, so der Linné'sche Satz einfach auch so ausgedrückt den: Die Thiere wachsen, leben und bewegen sich. gibt es aber eine Menge von Keimkörnern ren) niederer Pflanzen, welche sich mittels eigener gungsorgane lebhaft umhertummeln, sodaß man früher für wirkliche Thiere hielt, ehe man wußte, sie später keimten und zu Pflanzen, z. B. gen auswuchsen; man kann also diese beweglichen flanzenzellen (Zoosporen) nicht zu den Thieren rechnen, d damit ist auch die Bewegung kein unterscheidender rakter mehr. Auch die Contractilität des Zellen- falls, des Protoplasma, existirt in unzweifelhaften anzen- wie Thierzellen. Die Aufnahme von Nah- gsstoffen, besonders festerer Natur, durch specielle nungen (Mund) ist ebenfalls kein unterscheidender rakter, da es unzweifelhafte und verhältnißmäßig organisirte Thiere gibt (z. B. Bandwürmer), e durchaus keine Nahrungsöffnung besitzen und , wie die Pflanzen, durch Auffaugung flüssiger e ernähren. Ebenso wenig ist die chemische Zu- mensetzung maßgebend; auch nicht die Function Athmung. Im allgemeinen ist es zwar richtig, die Pflanzen Kohlensäure aus der Luft (oder dem er) aufnehmen und Sauerstoff dafür abgeben, rend die Thiere umgekehrt Sauerstoff aufnehmen Kohlensäure ausscheiden; aber viele des Blatt- s entbehrende Pflanzen, wie Schimmel und lume, verhalten sich in dieser Beziehung wie ere.

Solange also die Organismen aus einfachen Proto- plasmakörpern, aus Zellen oder aus indifferent bleiben- Zellenanhäufungen bestehen, ist eine genauere rdnung dessen, was dem einen oder andern Reiche hört, nicht möglich. Die Scheidung tritt erst in Weiterbildung ein, indem bei den Pflanzen die einen Zellen ihre Individualität behalten, bei den eren dagegen dieselbe mehr oder minder verlieren, indem selbst ungleichartige Zellen sich miteinander zur Bildung von Organen und Organsystemen verbinden.

Das Gesetz des Fortschritts in der Thierwelt ist die Arbeitstheilung. Die Zelle mit ihrer organischen Inhaltssubstanz und ihrer Wandung, wenn überhaupt eine solche vorhanden, repräsentirt das ganze Leben mit allen seinen Functionen; erst nach und nach scheiden sich dieselben, differenziren und specialisiren sich in be- stimmten Organen und Organsystemen und je mehr die Arbeit sich theilt, die Functionen sich in kleinere Specialitäten spalten, desto höher steigt der Gesammt- organismus auf der Stufenleiter der Vervollkomm- nung.

Es ist kein Zweifel, daß diese Arbeitstheilung auf dem Kampfe um das Leben beruht, durch denselben erzeugt und weiter befördert wird. Der Vortheil, welchen die Specialisirung einer bestimmten Function bringt, ist zugleich die Bedingung zur Erhaltung der Arbeitstheilung und zu ihrer Weiterbildung.

Da alle Thiere sich in ihrer Eigenart fortpflanzen, so ist die Vererbung das conservative Element, welches die Errungenschaften der Aeltern den Nachkommen überträgt. Die Nachkommen sind den Aeltern ähnlich, aber nicht gleich, da schon das Zusammenwirken zweier Individuen (in den meisten Fällen) eine Mischung der Eigenschaften der Erzeuger in den Nachkommen, also eine Ungleichheit bedingt. Diese kann, wenn sie den Nachkommen im Kampfe um das Leben vortheil- haft ist, stets weiter und weiter im Laufe der Genera- tionen ausgebildet werden, sodaß schließlich ungemein große Unähnlichkeiten mit den ursprünglichen Erzeugern hergestellt werden.

Indem also die Thierwelt durch die verschiedenen Perioden der Erdgeschichte sich aufbaute, wurde zu- gleich die Erscheinungsweise ihrer Repräsentanten, der einzelnen Individuen, nach und nach verändert, und jeder thierische Organismus stellt sich demnach als das Resultat zweier, einander bekämpfenden Richtungen dar: der Erhaltung der ursprünglichen Eigenthümlich- keit durch die Vererbung, der Veränderung dieser Charaktere durch die Anpassung, d. h. durch den Kampf um das Leben mit der Umgebung.

Es ist klar, daß je nach dem Verweilen in denselben, nicht wechselnden Verhältnissen, oder im Gegentheil durch die Veränderung der Bedingungen des Lebens- kampfes (durch Wanderungen, Auftreten neuer Con- currenten, Veränderungen der Erdoberfläche u. s. w.) bald die eine, bald die andere Richtung mehr die Ober- hand gewinnen kann.

Bei der unendlichen Mannichfaltigkeit von Thieren, die sich in allen Zonen und Höhen, im Wasser, auf und in der Erde befinden, war es von jeher Bedürf- niß, die ähnlichen zusammenzustellen, die unähnlichen voneinanderzuhalten. So wurde allmählich das System gebildet. Anfangs hielt man sich nur an äußere Charaktere: Größe, Farbe, Aehnlichkeit der äußern Form u. s. w. Man sichtete schärfer und schärfer, und zog auch den innern Bau in Betracht. Auch dieser genügte nicht mehr; es galt zu erforschen, wie dieser innere Bau geworden sei, und zu diesem

Zwecke die Geschichte zu studiren; einestheils die Familiengeschichte, wenn ich mich so ausdrücken soll, den Stammbaum, andererseits die Geschichte eines jeden Individuums, wie sie sich bei dessen Entstehung aus dem Ei darstellt. Bei der Häufung des Stoffs hat man diese einzelnen Forschungsmethoden, die sich zu einem Ganzen einigen sollen, in verschiedene Wissenschaftszweige zerlegt. Die Zoologie begnügt sich nicht mehr mit jenen Kenntnissen, welche die systematische Zoologie bilden, sie bleibt nicht mehr bei Haaren und Zähnen, Klauen und Federn, Beinen und Flügeln stehen, zufrieden, Kennzeichen entdeckt zu haben, welche die Einreihung in das System möglich machen; sie verlangt von der vergleichenden Anatomie die Zerlegung des Thierleibes, die Kenntniß der einzelnen Organe und ihrer feinern Structur; von der vergleichenden Physiologie die Ergründung der Functionen, welche diese Organe ausüben, und der Art und Weise, wie diese verschiedenen Functionen in einem Ganzen zu der Erhaltung des Lebens zusammenwirken; sie will durch die vergleichende Entwickelungsgeschichte erfahren, welche Reihen von Umwandlungen jedes Thier durchlaufen muß, welche verschiedene Formen es nacheinander annimmt, bis es das Ziel seines Lebens erreicht hat; die Paläontologie oder Versteinerungskunde endlich soll ebenfalls ihren Tribut bringen, indem sie aus den versteinerten Resten ausgestorbener Thiergeschlechter die Gestalten zusammensetzt, welche früher die Oberfläche der Erde bevölkerten. Wenn so die Zoologie nach allen Richtungen hin die einzelnen Theile ihres Gebietes kennen gelernt hat, so fragt sie nach den Gesetzen, welche die Vertheilung der thierischen Organismen über die ganze Erde regeln; sie sucht die Wohnbezirke zu umgrenzen, welche jeder einzelnen Art eigenthümlich sind, und erfährt durch die zoologische Geographie, welche Bedingungen des Klimas, des Bodens u. s. w. erfüllt werden müssen, um dieser oder jener Art das Leben möglich zu machen.

Gehen wir kurz auf den allmählichen Aufbau der einzelnen Organe und Organsysteme ein, die den Thierleib zusammensetzen.

Eine äußere Haut fehlt den niedersten Organismen. Sie bestehen nur aus Sarkode oder Protoplasma, aus mehr oder minder körniger, organischer Substanz, welche keinerlei Begrenzung zeigt, sich trennen und verschmelzen kann. Erst allmählich gewinnt die äußerste Lage dieser Sarkode mehr Festigkeit, wird bei den Zellen Zellenmembran und sondert auch äußere Hartgebilde, aus Horn, Kalk oder Kiesel bestehend, ab. Sobald einmal eine Differenzirung der äußern Schicht als Hautschicht gegeben ist, so ist diese das gemeinschaftliche Organ für vegetative und animale Functionen. Sie nimmt Stoffe auf und gibt andere ab; sie vermittelt Empfindung und Bewegung. Die niedern Thiere tasten mit jedem Punkte ihrer Oberfläche, und jede Stelle derselben dient zugleich als Bewegungsorgan. Nach und nach aber treten besondere Tastorgane hervor, die an einzelnen Stellen nur besonders ausgebildet sind, während die übrige Hautoberfläche, mehr und mehr differenzirt, sich zum Schutzorgan des ganzen Körpers und zum Stützpunkt der Bewegung ausbildet. Dort entstehen Anhäufungen anorganischer Massen, die in mehr oder minder engem Zusammenhange mit dem Hautgewebe stehen und schützende Röhren, Schalen, Schilder, Schuppen und Panzer bilden. In den niedern Stufen, wie bei den Korallen, den Polypen und den Schalen der Weichthiere zeigen diese anorganischen Schutzbildungen im Innern ihrer Massen mehr oder minder krystallinische Structur, während da, wo sie als Knochen-, Zahn- oder Hornsubstanz auftreten, eine organische Masse ihre Hauptgrundlage bildet. Anderwärts sind es feste organische Bildungen, aus Holzfaser, Chitin oder Hornstoff gewebt, welche der äußern Haut ihre Festigkeit verleihen und sie fast unzerstörbar für schwächere chemische Agentien machen. Eigenthümliche Angriffsorgane, theils weise auch zur activen Vertheidigung bestimmt, entwickeln sich in Gestalt von Stacheln, Haken, Nesselbläschen u. s. w., kurz eine Mannichfaltigkeit der äußern Bildungen tritt auf, welche besonders die beschreibenden Zoologie mit großer Ausführlichkeit in den Bereich ihrer Betrachtungen gezogen werden. Die größere oder geringere Härte, welche die Haut an vielen Stellen besitzt, befähigt sie, passives Bewegungsorgan zu werden, indem die activ bewegten Theile, die Muskeln, sich an ihrer innern Fläche ansetzen und so feste Stützpunkte für ihre Wirkung finden. Wenn die Hautoberfläche noch wie bei den höhern Thieren mehrern Functionen zugleich dient, wie der Absonderung, dem Tastgefühl, dem Schutz gegen äußere Einflüsse, so sind diese stets auf verschiedene streng individualisirte Theile des Hautorgans gebunden.

Anfangs nimmt die Sarkode feste Stoffe an allen Punkte ihrer Oberfläche auf. Sie schmilzt sich gewissermaßen um diese aufzunehmenden Stoffe herum, nachdem dieselben in das Innere gelangt und zersetzt sind, wird der Ueberrest an irgendeiner Stelle wieder auf die Weise ausgeworfen, daß die Sarkode sich von dem eingeschmolzenen Stoffe zurückzieht, bis bald eine festere Hautschicht gebildet ist, können dieselbe auch nur flüssige oder gasförmige Stoffe getauscht werden. Auch hier kann es vorkommen, daß dieser Austausch genügt, aber nur in den einfachsten Verhältnissen, wenn die Thiere, wie z. B. die Eingeweidewürmer, in solchen Flüssigkeiten leben, welche die zur Erhaltung ihres Körpers nöthigen Stoffe in Auflösung enthalten. Wo dies nicht der Fall ist, wird durch Einstülpung der äußern Haut nach innen anfangs eine Vertiefung oder ein Blindsack, und dann eine im Innern des Thiers gelegene Höhle gebildet, welche zur Bearbeitung und Aufnahme der Nahrungsstoffe dient.

Die Verdauungsorgane zeigen in ihrem Steigen nach höherer Ausbildung eine unendliche Mannichfaltigkeit der Form; zuerst nur ein vorderer Eingang, Mund, mit einem kurzen röhrenförmigen Schlund, aus dessen hinterem unbestimmten Ende die aufgenommenen Nahrungsmittel in das weiche Gewebe des Körpers hineingedrückt werden; dann ein geschlossener Schlauch, der die unverdauten Reste der Nahrung, Koth, durch dieselbe Oeffnung auswirft, durch welche die Nahrungsstoffe aufgenommen werden; endlich ein mehr oder minder gewundenes Rohr, welches zwei Oeffnungen, Mund und After, nach außen und wesentliche Complicationen in seinen einzelnen Theilen darbietet. Wenn die Wandungen dieses Rohres, welche mit den aufgenommenen Nahrungsstoffen in Berührung kommen, anfangs der äußern Körperwand analog gebaut und nur als eine Einstülpung derselben nach innen zu betrachten sind, so entwickeln sich später zur Bewältigung und Auflösung der geführten Nahrungsmittel eine Menge von verschiedenen Apparaten, welche die mannichfaltigste Structur besitzen. Absonderungsorgane, Drüsen aller Art, welche bald sauere, bald alkalische Stoffe in die Darmhöhle ergießen, treten an verschiedenen Stellen auf. Es entwickeln sich auf diese Weise die Leber, die verschiedenen Speicheldrüsen, die mannichfachen

nischen Absonderungsorgane, welche theils in den
wandungen selbst, theils in ihrer Nähe sich aus-
n. Die Umsetzung der so verschiedenartig ge-
n und chemisch so mannichfaltig zusammen-
gen Organe erzeugt Auswurfsstoffe, welche durch
ere Drüsen abgesondert werden, die zum Theil,
die Harnorgane, anfänglich in Beziehung zu
Darmkanale stehen, dann aber sich von ihm
en und selbständig werden.

e Verhältnisse des Darmrohres zu dem Körper
on außerordentlicher Wichtigkeit. In den meisten
n ist dasselbe in sich abgeschlossen und frei in
Höhle des Körpers, der Leibeshöhle, aufgehängt;
manchen niedern Typen ist es gewissermaßen nur
mit besondern Geweben ausgekleidete Ausbohrung
innern Körpermasse, des Parenchyms; in manchen
n setzt es sich direct in Kanäle fort, welche die
rsubstanz durchziehen und die verdauten Sub-
en denselben zuführen.

des Thier ist auf Ernährung angewiesen. Zwar
n viele längere Zeit hindurch ohne Aufnahme von
ung fortexistiren, und dies um so eher, je niedern
n sie angehören; aber dennoch bleibt es ein all-
meines Gesetz, daß der thierische Organismus zu
nde geht, wenn ihm nicht von Zeit zu Zeit Stoff
außen zur Erhaltung zugeführt wird; das materielle
ben besteht wesentlich in Verbrauch von Stoff,
durch die verschiedenen Absonderungsorgane aus
Körper ausgeschieden wird. Die Zufuhr, welche
n verbrauchten Stoff ersetzen soll, muß demnach
Substanzen enthalten, welche den Körper selbst
mensetzen. Die Ernährung des thierischen Kör-
s, der Ersatz der unbrauchbar gewordenen Theile
den verarbeitetem Nährstoff ist mithin nur dann
glich, wenn derselbe in dem ganzen Körper überall
ingen, nach allen Organen hin vertheilt werden
n. Zu diesem Zwecke entwickelt sich allmählich im
ischen Organismus der Kreislauf der allgemeinen
ährungsflüssigkeit, des Blutes. Bei den niedrigsten
fen der Thierwelt durchdringen die von der Außen-
che oder von der Darmhaut aufgesogenen Stoffe
ebt die schwammige Grundsubstanz, aus welcher der
rper besteht. Bald genügt die einfache Imbibition
er Substanz nicht mehr; ein contractiler blasenförmiger
um wird hergestellt, durch dessen Zusammenziehung
e allgemeine Ernährungsflüssigkeit in eine gewisse
wegung versetzt wird. Der contractile Raum bildet
ch zu einem eigenen Schlauche, dessen muskulöse
andungen rhythmische Zusammenziehungen ausführen,
ch welche die allgemeine Ernährungsflüssigkeit in
em Umschwunge durch den Körper erhalten wird.
n den niedern Stufen ergießt sich das Blut, ohne
besondere Wandungen eingeschlossen zu sein, ohne
e fest bestimmte Richtung zu haben, schrankenlos
ch die Zwischenräume der Gewebe und Organe,
rspült dieselben überall und durchdringt die Körper-
bstanz. Bei den höhern Thieren kreist das Blut
einem anfangs unvollständig, später vollkommen
schlossenen Systeme von Röhren, die man Gefäße
nnt. Die Wechselwirkung mit dem Gewebe der ein-
nen Organe wird durch die äußerst zarten Wan-
ngen der feinsten Endigungen dieser Gefäße, durch
e Netze der Haargefäße bewerkstelligt, während die
ichtung des Blutstroms, die bei den niedern Thieren
t unbestimmt ist, oft selbst periodisch wechselt, bei
n höhern durch äußerst sinnreiche mechanische Klappen-
richtungen in der Bewegungsmaschine des Herzens
enau fixirt wird. Auf diese Weise wird im Körper
elbst eine Flüssigkeit gebildet, das Blut, in welches
lle Stoffe eingeführt werden, die von außen her ge-
nommen oder durch den Umsatz der Körperorgane ab-
geschieden werden. Der stete Umschwung dieses Blutes
durch die aufnehmenden Organe einerseits, durch die
absondernden andererseits, die Durchdringung aller
Theile mittels dieser Flüssigkeit vermittelt Ausscheidung
und Aufnahme, und es ist somit das Blut gewisser-
maßen der aufgelöste Organismus, der seine eigene
Zukunft (die aufgenommenen Nahrungsstoffe) und seine
Vergangenheit (die verbrauchten Stoffe der Organe)
in sich enthält.

Mit der Function des Kreislaufs steht in genauester
Verbindung diejenige der Athmung. Ein tiefer, wenn
auch nicht ganz durchgreifender Unterschied besteht in
dem Verhalten der beiden organischen Reiche, des
Pflanzenreichs und des Thierreichs zu der atmo-
sphärischen Luft. Das Thier verbraucht den Sauer-
stoff derselben und haucht an seiner Statt Kohlensäure
aus; die Pflanze im Gegentheil saugt Kohlensäure
aus der Atmosphäre auf und scheidet Sauerstoff aus.
Häufig bestehen gar keine besondern Athmungsorgane,
jede Fläche des Thierkörpers, welche mit dem um-
gebenden Medium in Berührung kommt, betheiligt sich
an dem Austausche der Gase; die äußere Haut, der
Darm, die durch Spalten nach außen geöffnete Leibes-
höhle u. s. w., und selbst in vielen Fällen, wo schon
besondere Athemorgane bestehen, nehmen die erwähnten
Flächen an der Function theil. Die beiden Medien,
in welchen Thiere leben, Luft und Wasser, bedingen
auch verschiedene Formen der Athemorgane, obgleich
die Gase, welchen sie zugewendet sind, in beiden die-
selben sind, nur mit dem Unterschiede, daß die Gas-
arten, Sauerstoff und Kohlensäure, um die es sich
handelt, im Wasser aufgelöst sind. Bedingungen der
Athmung, die um so straffer sind, je intensiver dieselbe
selbst auftritt, sind Vergrößerung der zugänglichen
Oberfläche einerseits und steter Wechsel des umgeben-
den Mediums andererseits. Erstere wird durch Bildung
von Fortsätzen oder Einstülpungen, letztere durch Her-
stellung besonderer Bewegungsorgane (Strudelorgane,
Blasebälge u. s. w.) erfüllt. Die Natur des Mediums
bedingt aber verschiedene Organe: für die Wasser-
athmung Kiemen, d. h. mehr oder minder complicirte
und verästelte Fortsätze und Ausstülpungen, in deren
Innerm das Blut circulirt, während sie von außen
vom Wasser umspült werden, oder Wassergefäße,
welche sich im Körper verzweigen, meist in die Leibes-
höhle münden und dieser Wasser zuführen. Die für
die Luftathmung bestimmten Organe sind entweder
Tracheen, welche sich als Röhren im Körper ver
theilen, die von außen durch besondere Oeffnungen
(Stigmen) aufgenommene Luft überall hinbringen und
den Austausch dadurch vermitteln, daß sie vom Blute
umspült werden, oder Lungen, nach innen einge-
stülpte, mehr oder minder verzweigte und zellige
Stöcke, in deren Zellen die Luft von außen eindringt
und von dem in den Wandungen des Organs cir-
culirenden Blute umspült wird. Durch ihre Zu-
führungsröhren (Kehlkopf, Luftröhre und Bronchien)
werden zuletzt Stimmorgane gebildet, in welchen die
durchströmende Luft Vibrationen besonderer elastischer
Häute (Stimmbänder) und dadurch den Ton erzeugt.

Die Absonderung und Ausscheidung unbrauch-
barer Stoffe werden nothwendig durch die Ernährung
und Athmung bedingt. Anfangs nicht localisirt, wird
diese Function es allmählich in Organen, die wir
Drüsen nennen und die von einer einfachen Ein-
stülpung einer Oberfläche, möge sich dieselbe nun innen
oder außen finden, zu Blindsäcken, verzweigten Röhren
und endlich sehr verwickelten Structurverhältnissen sich
erheben, bei welchen indessen immer als Princip gilt,

daß aus den Körperbestandtheilen, besonders aus den Flüssigkeiten, Stoffe abgeschieden werden, welche bei den höher organisirten, zusammengesetzten Drüsen durch Ausführungsgänge und Kanäle fortgeführt werden. In vielen Fällen dienen diese Secrete wieder bestimmten Zwecken in der Oekonomie des Körpers, bei allen in innern Höhlungen des Körpers mündenden Drüsen sowol (die Galle der Leber, der Bauchspeichel, der Mundspeichel u.s.w.), als auch bei vielen nach außen ergossenen Absonderungen, wie Hautschmiere, Thränen u. s. w. Nur wenige Drüsen sind, wie die Nieren, nur Organe zur Abscheidung von Auswurfsstoffen; bei den meisten ist die Function nicht geschieden und wird das Secret theilweise wieder verbraucht, theilweise entleert. Nicht minder ist auch die Function der Absonderung in ihren Anfängen noch nicht vollkommen differenzirt, sodaß z. B. die Drüsen nebenbei zu andern Zwecken dienen können. Die Auswurfsstoffe selbst können flüssig oder mehr fest sein und Concretionen bilden; ersteres ist der häufigere Fall. Die Mannichfaltigkeit der einzelnen Ausbildungen ist ungemein groß und die physiologische Bedeutung der meisten Drüsensecrete durchaus noch nicht so ermittelt, wie es wünschbar wäre. Zugleich darf nicht vergessen werden, daß auf der Function der Absonderung als solcher, welche stets durch Zellen bewirkt wird, die geschlechtliche Fortpflanzung beruht.

Wenn die in den genannten Richtungen zur Vollbringung bestimmter, allmählich erst sich differenzirender Functionen aufgebauten Organe genügen, den Thierleib zu erhalten und zu ernähren, wodurch diese Functionen, nicht aber die Organe, sich denjenigen gleichstellen, die auch der Pflanze zukommen und deshalb als *vegetative* Organe und Functionen bezeichnet werden, so gehört auf der andern Seite dem Thiere speciell alles an, was auf die Uebermittelung und Verarbeitung von Sinneseindrücken sowie auf die Reaction auf dieselben durch Bewegung sich bezieht. Aber auch hier tritt uns das Gesetz der allmählichen Arbeitstheilung und Differenzirung in ausgeprägter Weise entgegen. Sinnesempfindungen, wenn auch der dunkelsten Art, müssen selbst der indifferenten Sarkode zukommen; wir können dies aus den entsprechenden Bewegungen entnehmen, welche die niedersten Organismen, bei Widerstand anderer Körper z. B. ausführen. Daß dann die ganze, als Haut ausgeschiedene Oberflächenschicht Sinnesorgan, und zwar vorzugsweise Tastorgan wird, ergibt sich ebenso aus der Beobachtung, wie auch daß andere Sinnesempfindungen stattfinden müssen, auch ohne daß betreffende Organe entwickelt sind. So sehen wir Organismen, die absolut keine Spur von Seborganen besitzen, sich dem Lichte zu- oder abwenden. Es gehen also alle differenzirten Sinnesorgane aus dem ursprünglich indifferenten Boden einer allgemeinen Empfindung hervor, und es ist wahrscheinlich, daß es manche Organe gibt, in welchen die verschiedenen Sinne, die wir als vollkommen unabhängig erkennen, noch miteinander verschmolzen sind, wie es andererseits bei Thieren Sinnesorgane geben mag, deren Function wir nicht enträthseln können, da wir keine analogen Organe und Functionen besitzen. Wie dem auch sei, die Sinnesorgane differenziren sich erst allmählich aus der Körpermasse hervor, und lassen auch deutliche Spuren allmählicher Ausbildung erkennen. Zuerst tritt in einfacher Blasenform, mit einem in diesem Säckchen eingeschlossenen krystallinischen Kerne, das *Gehörorgan* in die Erscheinung. Tief im Innern des Körpers verborgen und oft unmittelbar dem Centralnervensystem aufgesetzt, wurde diese primitive Form des Ohrs erst neuerdings durch das Mik entdeckt. Nach und nach hebt es sich an die fläche empor, um die Schallwellen direct zu empfa die es vorher nur durch Vermittelung der Körper erhielt. Die hinzutretenden Theile erhalten das gewicht über das ursprüngliche Ohrbläschen, w der höchsten Stufe der Ausbildung zeigt sich ein liches äußeres Ohr, welches mit einem wun complicirten innern Organe in Zusammenhang In ähnlicher Weise verhält sich das *Auge*, chem zugleich jenes Gesetz in den Vordergru nach welchem die vielfachen Wiederholungen ei desselben Organs mit denselben Functionen ein niederer Ausbildung verrathen, während die com Bildung eines zur speciellen Function bestimmt gans, das in einfacher Zahl vorhanden ist, die Bildungsstufe andeutet. So sind im Anfan äußern Hüllen für das Auge in ihrer Besch nicht verschieden von der allgemeinen Körperbe eine gewisse Durchsichtigkeit besitzt; später differ sie sich mehr als durchsichtige Augenhäute; ab auf höhern Stufen werden eigenthümliche organe, Lider, für das Sehorgan nach und na gebildet. In den ersten Rudimenten der Augen nur ein farbiger Pigmentfleck, zu dem später pfindender Nervenfaden, der Sehnerv, tritt. bilden sich besondere Endorgane, Sehstäbchen, lichtbrechend und empfindend zugleich sind, dann ein lichtbrechender Körper, die Linse, während und nach noch mehrere Organe gleicher Art, körper, Augenflüssigkeit, hinzutreten. Ebenso ziren sich nur nach und nach als selbständige diejenigen Bildungen, welche das Seitenlicht halten, die Schärfe und Genauigkeit des B erhöhen haben, und wozu namentlich die Augenhäute und die in Art eines Schirms be Regenbogenhaut gehören. Anfangs ist das Se unbeweglich in die Körpersubstanz eingefügt; wird es, selbst unbeweglich, von beweglichen theilen getragen; auf der höchsten Stufe endlich das Organ willkürlich beweglich und kann nach lieben selbständig auf den zu betrachtenden Gegen gelenkt werden. Nur sehr spät treten besondere gane für diejenigen Empfindungen, welche als *Geruch* und *Geschmack* bezeichnen, hervor, als Zunge ist anfangs namentlich oft Tastorgan, greifungsorgan und Geschmacksorgan zugleich.

Empfindungen und Bewegungen hängen von dem *Nervensystem* ab, welches in ausgebildeter Form aus Zellen besteht, von denen eigenthümlich gestaltete Fasern und Faserstränge, die Nerven, ausstrahlen. Bei den niedersten Thieren hat auch die genaueste Untersuchung keine Sonderung, weder ein Centralorgan, noch peripherische Nerven entdecken lassen; später begegnet man einzelnen Knoten (Ganglien), die sich nach bestimmten Regeln ordnen zu wollen Ketten und miteinander durch Commissuren oder Verbindungsstränge in Zusammenhang treten. Bei den höher gebauten Thieren wiederholen sich die einzelnen Theile, scheidbaren Theile so oft, als Körperstrahlen vorhanden sind, die ein Ganzes vorstellen; bei unsymmetrisch und symmetrisch gebauten Thieren existirt oft nur ein einziges oder zwei nebeneinandergerückte Ganglien; bei den meisten Wirbellosen wird ein förmlicher Schlundring gebildet, indem besonders diejenigen Ganglien, welche die Sinnesorgane des Kopfes versorgen, dem Schlunde, diejenigen welche zu den Mundtheilen u. s. w. Fäden senden, unter dem Schlunde sich einfach, bald mehrfach entwickeln und durch seitliche Commissuren sich zu einem förmlichen Ringe verbinden

anglien sind im allgemeinen um so bedeutender, ie die Organe ausgebildet sind, zu welchen sich en ihnen ausstrahlenden Nerven begeben; bei n Augen finden sich große Sehganglien, bei entwickeltem Fuße, der Mollusken z. B., ein rhend großes Ganglion. Der Schlundring ilirt sich mehr und mehr, sodaß bei den en Mollusken z. B. ein ringförmiges, in einer pelmasse eingeschlossenes Centralorgan existirt, das Gehirn nennen kann, ohne dabei an eine Ver- ung mit dem Gehirn der Wirbelthiere denken zu n.

it der Quergliederung des Körpers, der Bildung genannten Metameren oder gleichwerthigen hinter- derliegenden Körperabschnitten, welche bei vielen lwürmern z. B. in so hohem Grade aus- gt ist, bildet sich auch für jeden Körperring ein nalorgan, aus einem oder zwei symmetrischen glien bestehend, aus, die durch parallele Längs- miteinander verbunden sind und in ihrer Gesammt- das Bauchmark bilden, welches stets mit dem n Ganglion des Schlundringes in Verbindung . Sobald sich, wie bei den Gliederthieren, einzelne ereregionen durch Verschmelzung von Metameren n, so folgt auch das Bauchmark dieser Tendenz, n es bis zu einem einzigen, ursprünglich aus n Knoten verschmolzenen Ganglion sich concentriren t.

ei den Wirbelthieren endlich wird das Central- n insofern concentrirter, als sich keine Zusammen- ng aus Ganglien und Verbindungssträngen mehr omisch nachweisen läßt, sondern nur eine Nerven- le, die freilich aus Fasern und an besondern llen gehäuften Nervenzellen zusammengesetzt ist und welcher unter allen Umständen paarige Nerven- ge abgehen, welche am Rumpfe wenigstens ur- nglich den Wirbeln entsprechen. Zugleich tritt Sonderung des im Kopfe gelegenen Theils des irns von dem im Rückenkanale liegenden ver- ngerten Rückenmark ein; ersteres vorzugsweise den f, letzteres den Körper versehend; ersteres stets hr und mehr zum ausschließlichen Denkorgane sich sbildend. Das Gehirn complicirt sich vorzugsweise hr und mehr durch Abgrenzung einzelner Theile hirnstamm, Großhirn, Vierhügel, Kleinhirn u. s. w.), s es endlich im Menschen die höchste Stufe seiner llendung erreicht und auch an Masse vorwiegt. ür dieser Ausbildung des Centralnervensystems hält ch diejenige der physischen Eigenschaften gleichen ritt.

Bei den niedern Thieren versehen die Centralorgane chmäßig alle Theile des Körpers, später bildet sich s besonderes Eingeweidenervensystem heraus, das mer stets mit dem Centralorgane zusammenhängt, er doch eigenthümliche Modificationen in Bau und nction erkennen läßt.

Von der Anregung durch das Nervensystem hängt, bald dasselbe einmal differenzirt ist, die Bewegung ab. Ursprünglich ist die ganze den Körper bildende rkode contractil, später concentrirt sich diese Eigen- haft auf bestimmte Theile, auf Faserzüge, und endlich bei den höchsten Thieren auf ein bestimmtes Gewebe, das Muskelgewebe. Die Fasern desselben treten zu besondern Massen zusammen, den Muskeln, deren Anordnung den zu leistenden Bewegungen und der Form der zu bewegenden Theile oder Hebel entspricht. Bei den niedern Thieren sind die Muskelmassen mehr oder minder innig mit der äußern Haut verschmolzen und bilden einen Hautmuskelschlauch, während sie bei den Arthropoden an der starren Haut die Hebel finden, welche sie bewegen sollen, in deren Innerm sie sich also befinden; bei den Wirbelthieren im Gegentheil sind sie an den Außenseiten der starren Hebel an- gebracht.

Die bisher betrachteten Organe und Functionen beziehen sich nur auf die Erhaltung des Individuums. Zu dem thierischen Leben gehört indeß nothwendiger- weise noch eine zweite Bedingung, die Erhaltung der Art durch Fortpflanzung des Einzelwesens, und somit die Erhaltung der ganzen thierischen Schöpfung in ihrer Gesammtheit während des Laufs der Zeiten. Jedem thierischen Organismus ist nur eine gewisse Zeit der Existenz angewiesen; der Tod ist ein all- gemeines Gesetz für alle, während die Fortdauer in der Art durch Erzeugung von Nachkommenschaft ebenso ein allgemeines Gesetz zu sein scheint. Auch für diese so äußerst wichtige Function begegnen wir dem all- gemeinen Gesetze der Differenzirung. In mannichfach wechselnder Weise tritt uns zuerst die geschlechts- lose Zeugung der Nachkommenschaft entgegen. Die organische Grundsubstanz, welche den Körper bildet, ist, wie wir schon oben erwähnten, befähigt, durch Theilung, durch Knospen, durch Sprossen, kurz in sehr mannichfach verschiedener Weise sich und damit die Art zu vervielfältigen. Nur langsam, fast wie im Kampfe, weicht diese geschlechtslose Zeugung zurück vor der Thätigkeit besonderer Organe, welche sich in dem Körper entwickeln. Die Producte dieser Fort- pflanzungsorgane sind es, welche zur Erzeugung neuer Wesen nothwendig sind. Zwei Gegensätze, das männ- liche und weibliche Geschlecht, treten hervor. An- fangs noch auf denselben Individuen vereinigt, trennen sie sich bei den ausgebildeten Thieren, bei welchen dann jedes Individuum einem bestimmten Geschlechte angehört. Die Vereinigung beider Geschlechter, die Vereinigung der Producte der beiderseitigen Fort- pflanzungsorgane, des Eies und des Samens, ist nun nöthig zur Bildung des werdenden Geschöpfes. Anfangs unterscheiden sich die Geschlechter nur durch den Inhalt der Organe, nicht durch die Form der- selben; später zeigen die Geschlechtsorgane Verschieden- heit der äußern Bildung, ohne daß die Individuen durch andere Kennzeichen ihr Geschlecht verriethen; endlich drückt die Geschlechtsverschiedenheit der ganzen Organisation ihren Stempel so tief auf, daß schon in dem Aeußern diese Verschiedenheit erkannt werden kann, und oft so bedeutend wird, daß die Individuen derselben Art, aber verschiedenen Geschlechts, nicht nur in ganz verschiedene Klassen, sondern sogar in ver- schiedene Organisationstypen eingereiht wurden.

Ob Thiere entstehen können, ohne von Aeltern ge- zeugt zu sein, ist eine Frage, mit der wir uns hier nicht zu beschäftigen haben, da noch kein thierisches Wesen mit Sicherheit beobachtet worden ist, welches nicht von Aeltern abstammte. Die verschiedenen Arten von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugung und die Combination beider bei vielen Thieren ist aber in mehrfacher Beziehung wichtig. Zuerst in Bezug auf das Individuum. Da das Ei nichts anderes als eine Zelle mit allen ihr zukommenden Bestandtheilen, Protoplasma-Inhalt (Dotter), Zellhaut (Dotterhaut), Kern (Keimbläschen) und Kernkörperchen (Keimfleck) ist und alle der Zelle zukommenden Functionen besitzt, also einen selbständigen Organismus, ein Individuum darstellt, so wird auch bei weiterer Entwickelung dasselbe ein Individuum werden und bleiben. Nicht so verhält es sich bei der ungeschlechtlichen Zeugung, wo auch ein nicht individualisirter Theil des Körpers, ein Stück Sarkode oder ein Zellencomplex, sich zu einem neuen Wesen umgestalten kann. Hier ist nicht, wie bei der

Ei- und Keimbildung, die Individualisirung von Anfang an ausgesprochen und das Ei oder der Keim ein selbständiges Ding, und es wird daher einestheils die Trennung des Jungen von dem mütterlichen Organismus oft erst spät, oft gar nicht erfolgen oder das Junge selbst niemals die Dignität eines selbständigen Individuums mit Beibehaltung aller Functionen desselben erhalten.

Dies ist namentlich bei der **Knospenbildung** der Fall, die sich nur dadurch von der Theilung unterscheidet, daß bei dieser das ganze Thier in Mitleidenschaft gezogen wird, während bei der Knospen- oder Sprossenbildung nur ein Theil, sei es die äußere Oberfläche, sei es ein bestimmtes Organ (Keimstock, Stolon), die Jungen erzeugt. Hierbei beobachtet man, daß die Knospen oder Sprossen häufig sich niemals von dem Mutterthiere loslösen, sondern das ganze Leben hindurch mit demselben in organischem Zusammenhange bleiben, wodurch **Thierstöcke** (Colonien, Cormen) gebildet werden. Je nachdem die bleibenden Knospen sich regellos oder an bestimmten Stellen bilden, werden diese Thierstöcke auch bestimmte Formen annehmen.

Nicht immer aber werden diese Knospen vollständige, mit allen nöthigen Organen zur Erhaltung und Fortpflanzung ausgerüstete Individuen, sondern sie bilden sich zu unvollständigen Wesen aus, die wie bestimmte Organe zu bestimmten Functionen differenzirt sind, aber eine so hohe Ausbildung gewinnen, daß man sagen kann, das Organ sei ein Individuum geworden. Man hat diese Erscheinung den **Polymorphismus** genannt und kennt in der That Thierstöcke, die aus Ernährungs-, Bewegungs- und Geschlechtsindividuen zusammengesetzt sind, welche alle zwar von einem gemeinschaftlichen Stocke abhängen, aber dennoch ein mehr oder minder individuelles, selbständiges Leben führen. Die Arbeitstheilung ist hier bis auf den höchsten Punkt gediehen, auf welchen sie bei einem Thierstocke gedeihen kann. Es darf indessen dieser Fall nicht mit demjenigen verwechselt werden, wo in einer Gesellschaft von getrennten Individuen durch besondere Verhältnisse eine gesellschaftliche, und zwar nothwendig durch die Organisation bedingte Arbeitstheilung eingetreten ist. Polymorphe Thierstöcke sind z. B. die Schwimmpolypen; Gesellschaften mit verschieden gearteten Individuen, denen verschiedene Functionen in der Gesellschaft auferlegt sind, die der Bienen, Ameisen u. s. w.

In den häufigsten Fällen sind geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung in der Art miteinander combinirt, daß sie entweder unmittelbar, oder nach längern Generationsfolgen miteinander abwechseln. Man hat diese Erscheinung den **Generationswechsel**, und diejenigen Formen, welche die Jungen durch Knospung erzeugen, **Ammen** genannt. Ein Beispiel möge den einfachen, ich möchte sagen, normalen Fall erläutern. Die Salpen sind Mantelthiere (Tunicaten), welche frei im Meere schwimmen. Jede Salpenart hat eine Einzelform A, ein einzelnes Thier, das an einem bestimmten Orte, in der Nähe des Herzens, einen Keimstock (Stolon) trägt. Auf diesem Stolon entwickeln sich Knospen, die allmählich zu Individuen (B) auswachsen, welche in Ketten zusammenhängen und eine von dem Einzelindividuum verschiedene, und zwar so sehr verschiedene Form haben, daß man sie früher, ehe man das Gesetz des Generationswechsels kannte, für eigene Arten hielt. Jedes dieser Kettenthiere erzeugt ein Ei, welches nach der Ausbildung und Ablösung ein Einzelthier ist, welches wieder einen Stolon bekommt und durch Knospung Kettenthiere erzeugt. Es ist also A ähnlich C; B [illegible] lich D und so fort.

Es genügt hier darauf aufmerksam zu machen, [illegible] dies die einfachste Combination der geschlecht[illegible] mit der ungeschlechtlichen Zeugung ist, daß aber mannichfachsten Aenderungen dadurch stattfinden [illegible] daß vielfache ungeschlechtliche Generationen eingeschoben werden können; daß diese wieder vielfache Ammen erzeugen können; daß diese Knospung bald äußerlich, bald innerlich stattfinden kann; daß die Knospen, Keime, also sehr früh abgetrennte, mehr individuelle Sprossenbildungen ersetzt und dann schließlich [illegible] Eibildung nicht mehr unterschieden werden [illegible] Wenn der Keim eine Zelle mit allem Zubehör, wenn die Stätte, wo er entsteht, ein besonderes [illegible] Organ ist, so läßt sich der Keim nicht von einem das Organ nicht von einem Eierstocke unterscheiden. Die Erscheinungen fließen dann um so mehr zusammen, als in der That bei vielen und selbst hoch organisirten Thieren eine Art der Fortpflanzung existirt, [illegible] man Jungfernzeugung (Parthenogenesis) genannt, und welche darin besteht, daß in dem Eierstock [illegible] Eier sich auch ohne Befruchtung entwickeln. Es [illegible] hier also die geschlechtliche Zeugung in die ungeschlechtliche über und stellt sich nur als eine weitere Arbeitstheilung dar, indem die Erzeugung der Jungen [illegible] ihr auf zwei Individuen oder zwei verschiedene [illegible] in demselben Individuum vertheilt ist. So [illegible] bei gewissen Krustenthieren und Insekten lange [illegible] rationsfolgen von weiblichen Thieren, welche [illegible] wickelungsfähige Eier legen, während bei [illegible] Thieren die Eier bald befruchtet werden, bald [illegible] und je nachdem verschiedene Individuen (Männchen und Weibchen z. B.) hervorgehen.

Hiermit hängt auch die **Zwitterbildung** (Hermaphroditismus) auf das engste zusammen. [illegible] bildete ohne Zweifel den Anfang der geschlechtlichen Differenzirung. Dasselbe Organ liefert die [illegible] Zeugungsstoffe, wie z. B. bei unsern Schnecken, [illegible] gleichzeitig, vielleicht abwechselnd. Die Differenzirung schreitet fort, die beiden Organe sind getrennt, aber noch durch ihre Ausführungsgänge verbunden, [illegible] vollständig getrennt, aber auf demselben Individuum vereinigt. Zuletzt trennen sich die Individuen in männliche und weibliche. Alle diese Stufen [illegible] sich in verschiedenen Thieren dargestellt.

Die genauere Betrachtung der Art und Weise, sich der Thierleib aus seinem Keime hervorbildet, [illegible] Organe entwickelt und seine ersten Formgestaltung weiter ausarbeitet, ist von der größten Wichtigkeit für die Auffassung des Thierreichs in seiner Gesammtheit wie in seinen einzelnen Typen. Wie bei dem Bildhauer der formlose Stein nur nach und nach zur vollendeten Statue sich entgegenbildet, anfangs nur die gröbern Umrisse der Gruppen und Gestalten, [illegible] erst die Einzelheiten der Formen sich darstellen, so treten auch bei der Entwickelung der Thiere zuerst allgemeinen Grundlinien des Plans hervor, nach welchem es gebaut ist, und erst bei fortgesetzter Differenzirung lassen sich die Einzelheiten der Gestaltung [illegible] kennen. Die Betrachtung der ersten Entwickelungszustände gibt am leichtesten und klarsten die leitenden Grundsätze an die Hand, nach welchen die großen Kreise und Gruppen des Thierreichs geschieden [illegible] den können, indem sie diese Grundsätze unmittelbar aus der Beobachtung ohne weitern Zwang [illegible] gehen läßt.

Jedes Thier durchläuft also von dem Augenblicke seiner ersten Bildung an bis zu seinem normalen weise eintretenden Tode eine Reihe von Bildungs-

gen, deren genauere Betrachtung für die Naturschichte um so wichtiger ist, als oft die größten Gestaltveränderungen durch dieselben erzeugt werden. Aber diese Bildungsstufen sind namentlich deshalb auch interessant, weil sie Bruchstücke einer Geschichte sind, welche bei dem einen Thiere weiter fortgeführt ist, als bei dem andern.

Es geht schon aus dem Gesagten hervor, daß in den einzelnen Familien und Gattungen, welche die Grundtypen oder größern Abtheilungen des Thierreichs zusammensetzen, eine allmähliche Evolution zur höhern Vollkommenheit erkannt werden kann, deren einzelne Stadien auch in den verschiedenen vorübergehenden Bildungsmomenten der höherstehenden Embryonen erkannt werden können. Das Thierreich in seiner Gesammtheit betrachtet wiederholt demnach in seinen einzelnen Formen und Gestaltungen bleibend jene Bildungsmomente, welche in den Embryonen in zusammenhängenden Wechsel vor unsern Augen übergeführt werden, und an denjenigen Organen, welchen die Entwickelungsgeschichte diese vorübergehenden Phasen der Bildung nachweist, läßt sich die höhere oder geringere Vollkommenheit des Thiers und sein Rang in der Bildungsrichtung, der es angehört, erkennen. Wenn wir z. B. sehen, daß die Wirbelsäule des Säugethiers bei ihrem ersten Auftreten aus einem einfachen Knorpelstabe besteht, der noch keine Abtheilungen zeigt, so werden wir denjenigen Fischen, welche im erwachsenen Zustande nur einen solchen Knorpelstab besitzen, einen sehr niedrigen Rang in der Bildungsreihe der Wirbelthiere überhaupt anweisen müssen.

Dasselbe Gesetz, welches wir hier für die Ausbildung der jetzt lebenden Schöpfung aufgestellt haben, findet sich auf diejenigen Thiere seine Anwendung, deren Reste in dem Schoße der Erde begraben liegen. Die Untersuchung der Gesteinsschichten, aus welchen die Rinde unserer Erde zusammengesetzt ist, weist nach, daß die Oberfläche unsers Erdkörpers viele Geschichtsperioden durchlaufen hat, in welchen unter sich verschiedene Schöpfungen die Erde bevölkerten; eine allmähliche Vervollkommnung der Geschöpfe, welche nacheinander auf der Erde erschienen und wieder untergingen, läßt sich im großen nicht leugnen, wenngleich über die einzelnen Grade dieser Vervollkommnung verschiedene Ansichten herrschen können. Aus den vorhandenen Thatsachen aber läßt sich schon nachweisen, daß dieselben Typen, welche in unserer jetzigen Schöpfung vorhanden sind, in ihren Anfängen schon in der ersten Zeit der organischen Entwickelung auf der Erde vertreten waren und daß sie durch analoge Stufen der Ausbildung hindurchgingen, wie diejenigen sind, welche wir in der jetzigen Schöpfung und in den Metamorphosen der werdenden Thiere erkennen. Dasselbe Beispiel, welches wir soeben benutzten, können wir auch hier anwenden. Die ältesten Fische, welche in den untersten Schichten gefunden werden, besitzen noch keine ausgebildete Wirbelsäule, sondern an ihrer Statt einen Knorpelstab, der in ähnlicher Weise gebildet ist wie der Knorpelstab der niedern Fische unserer jetzigen Schöpfung und der Knorpelstab der Wirbelthierembryonen überhaupt in der ersten Zeit ihrer Bildung. Die Erkenntniß dieser dreifachen Richtung in der Ausbildung der Thierorganismen, nämlich der histotischen Entfaltung durch die verschiedenen Geschichtsperioden der Erde hindurch, der Flächenausbildung durch die mannichfaltigen Formen ausgebildeter Thiere, welche jetzt den Erdball bevölkern, und der genetischen Entwickelung in der Ausbildung der Embryonen, die Verfolgung dieser dreifachen Richtung bis in ihre letzte Einzelheit ist es, welche der heutigen Wissenschaft die zu lösenden Aufgaben stellt.

Da jeder Organismus einer endlichen Auflösung, dem Tode, verfallen ist, so durchläuft auch jeder eine gewisse Stufenfolge von Veränderungen in aufsteigender und absteigender Linie. In den meisten Fällen wird der Höhepunkt mit der Geschlechtsreife eingeholt; sobald das Thier fähig ist, sich fortzupflanzen, also einen Ueberschuß seiner Körperbestandtheile zur Bildung von Nachkommen zu verwenden, ist es auch aus dem Stadium des Wachsthums herausgetreten und in sich vollendet. Hört diese Fähigkeit auf, so tritt auch die Rückbildung der organischen Thätigkeit ein. Doch ist dies, wie wir sehen werden, nicht ausnahmslose Regel.

Der Eintritt in das selbständige Leben erfolgt zwar mit dem Austritte aus dem Ei und dessen Hüllen; nicht immer aber ist damit auch die Fortführung des selbständigen Lebens ermöglicht und deshalb bei vielen, und namentlich bei höhern Thieren eine Brutpflege nöthig, die häufig durch besondere Organe (Taschen, Beutel, Drüsen mit ihren Secreten) vermittelt wird. Das geborene Säugethier könnte ohne die Ernährung durch die Milchdrüsen der Mutter sein Leben nicht fortsetzen und ähnliche Fälle finden sich in Menge in andern Kreisen des Thierreichs.

Häufig aber wird das selbständige Leben der Jungen dadurch ermöglicht, daß dieselben mit provisorischen vergänglichen Organen ausgerüstet sind, welche später zu Grunde gehen, abgeworfen werden oder sich zu definitiven Organen umwandeln. Wir nennen diesen Vorgang die Metamorphose und die mit provisorischen Organen ausgerüsteten Thiere Larven. Um ein bekanntes Beispiel zu geben, so haben die Kaulquappen, die Larven der Frösche, provisorische Organe in ihren Kiemen, in ihrem Schwanze, die später verloren gehen. Ob aber eine Larvenbildung stattfinde oder nicht, hängt von dem Zeitpunkte ab, wo das Junge das Ei verläßt. Die Kaulquappe der Geburtshelferkröte hat schon keine äußern Kiemen mehr, wenn sie das Ei verläßt, und andere Kaulquappen erscheinen gar nicht als solche außerhalb des mütterlichen Organismus, sondern durchlaufen die entsprechenden Stadien innerhalb desselben. Die Larvenbildung, so weit verbreitet sie auch vorkommen mag, ist deshalb nur eine äußerliche Erscheinung, eine Folge der Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen; die Organismen, welche einem und demselben Typus angehören, durchlaufen dieselben Stadien, die einen in dem Ei, die andern in den Stätten der Brutpflege, die dritten als selbständige Individuen, in welch letzterm Falle freilich die provisorischen Organe auch zur Benutzung geeignet und ausgebildet sind, während sie in den erstern Fällen meistens nur rudimentär bleiben. Es beweist aber die durchgreifende Existenz solcher Organe und Anlagen, daß sie in dem ursprünglichen vererbten Typus des Thiers gelegen sind und demnach auch am sichersten zu den ursprünglichen Verwandtschaftsverhältnissen der Thiere führen können. So hat z. B. der Nachweis von Larven mit drei ursprünglichen Paaren von Bewegungsorganen allein die richtige Stellung der Rankenfüßer (Cirrhipeden) zu den Krustenthieren ermöglicht.

Die Rückbildung der Larvenorgane, die in dem fernern Nichtgebrauch derselben begründet ist, stellt sich nur als eine weitere Ausführung des Satzes dar, daß jedes Organ durch Gebrauch sich ausbildet, durch Nichtgebrauch nach und nach verschwindet und zu Grunde geht. Sie ist eine Folge der Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse, und das auf diese Weise rückgebildete Organ vererbt sich dann in seiner Rück-

bildung auf die Nachkommen, bis es endlich zu Grunde geht. Deshalb ist auch die Berücksichtigung dieser rudimentären und schwindenden Organe so außerordentlich wichtig. Wir würden z. B. nicht wissen, daß die Barten tragenden Wale von Zahntragenden abstammen, wenn man nicht in der Schleimhaut der Kiefer bei den Jungen unentwickelte Zahnkeime gefunden hätte. In großem Maßstabe tritt aber die Rückbildung durch besondere Lebensverhältnisse ein, die man namentlich in das Auge gefaßt hat, wenn man bei manchen Thieren von rückschreitender Metamorphose gesprochen hat. Im Grunde ist jede Entwickelung mit einer rückschreitenden Metamorphose verbunden; es gibt kein Thier, welches nicht, sei es im Ei, sei es außerhalb desselben, Anlagen oder ausgebildete Organe zeigte, die in der Folge zu Grunde gehen oder durch andere ersetzt werden. Die rückschreitende Metamorphose tritt uns aber namentlich lebhafter in die Erscheinung, wenn gewisse Lebensbedingungen von Grund aus geändert werden durch Anpassung an neue Verhältnisse. Zu diesen gehört im ersten Grade das Festsitzen an einem bestimmten Orte, im höhern Grade des Schmarotzerthums.

Jedes Thier hat zu einer gewissen Zeit seines Lebens die Fähigkeit des Ortswechsels; viele aber verlieren diese Fähigkeit während einer gewissen Zeit ihres Lebens. Meist ist der Fall der, daß die Thiere in der Jugend freie Bewegung haben, später aber sich festsetzen und dann erst geschlechtsreif werden, doch ist auch der umgekehrte Fall vorhanden. Das Festsitzen zieht den Verlust, die Rückbildung der zur Ortsbewegung bestimmten Organe, ihre Umbildung zu Ergreifungsorganen, Strudelorganen u. s. w. nach sich; ebenso den allmählichen Verlust der Sinnesorgane, namentlich des Sehorgans. So haben die umherschwärmenden Larven der festsitzenden Krustenthiere Augen und Bewegungsglieder; erstere gehen verloren, letztere werden umgewandelt.

Noch größern Einfluß übt das Schmarotzerthum (Parasitismus) aus. Hier tritt zu der relativen Bewegungslosigkeit noch der weitere Umstand, daß der Wirth des Schmarotzers diesen von seinen Lebenssäften, von seiner Substanz nährt; daß also dem Schmarotzer die Arbeit erspart wird, welche zur Beschaffung der Nahrung geleistet werden muß. Bewegungsorgane schwinden oder werden zu Klammer- und Haftorganen umgewandelt; die Sinnesorgane, durchaus unbrauchbar, verschwinden gänzlich; zuletzt selbst, in den extremsten Fällen, die Verdauungsorgane, indem der Schmarotzer sich nur von dem durch Endosmose eingesaugten Lebenssaft des Wirthes ernährt.

Betrachtet man alle diese Vorgänge im ganzen, so zeigen sie sich als Resultate der Anpassung, die in allen größern Kreisen nach zwei Richtungen vor sich geht. Der Kampf um das Leben bedingt massenhafte Zerstörung einerseits, unablässigen Kampf gegen diese Vernichtung andererseits; die einen führen diesen Kampf durch Vermehrung ihrer Vertheidigungsmittel, Schnelligkeit, Ausbildung von Waffen u. s. w., die andern durch Aufsuchung von Schutzmitteln, Verbergen, Festsitzen am Boden, Verstecken in andern Thieren. Fortdauernde Anpassung bildet diese Richtungen stets einseitiger aus, und fortdauernde Vererbung pflanzt sie auf die Nachkommen fort.

Aus den kurzen hier gegebenen Andeutungen geht hervor, daß die Uebereinstimmung in der Organisation verschiedener Thiere auf der Vererbung, also auf gemeinsamer Abstammung beruht und daß demnach die Verwandtschaft um so näher sein müsse, je größer die Summe der übereinstimmenden Charaktere ist. Da aber die Verschiedenheiten zwischen in andern Dingen übereinstimmenden Organismen durch Anpassung an äußere Lebensbedingungen und durch Vererbung der Errungenschaften auf die Nachkommen bedingt ist; ferner die Entwickelungsgeschichte eines Organismus diese Errungenschaften in der Reihenfolge darlegen muß, so folgt daraus, daß die am frühesten in der Erscheinung tretenden Charaktere auch die wichtigsten und allgemeinsten sind und einem um so größern Kreise angehören müssen, je früher sie auftreten, je früher sie treten, um ein Beispiel anzuführen, bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme zuerst die Anlagen des centralen Nervensystems und der Wirbelsaite (Chorda dorsalis) auf, erst später Kiemenspalten und darüber liegende Kiemenbogen, die nur bei den einen wirkliche Athemorgane werden, bei den andern nicht. Diese werden also überhaupt bestimmen, was zu dem Stamm (Phylum) oder Kreis der Wirbelthiere gehört, welche die athmenden Kiemenfransen bestimmen werden, ob ein Thier zu dem Unterkreis der niedern Wirbelthiere gehört oder nicht. Die Entwickelungsgeschichte zeigt uns also die Art und Weise an, wie der Typus der verschiedenen Kreise sich entfaltet und vom Einfachen zum Complicirten, vom Niedern zum Höhern sich erhebt. Daß das Princip dieser Entfaltung durch Anpassung für den Kampf um das Leben mehr sich ausbildende Arbeitstheilung sei, haben wir schon gezeigt.

Die Mannichfaltigkeit der Thiere, die wir um uns sehen, bedingt eine Ordnung derselben, eine Klassifikation. Wenn dieselbe ihren Zweck erfüllen, d. h. die Verwandtschaftsgrade der Thiere zur Anschauung bringen soll, so muß sie von dem erwähnten Princip ausgehen, durch die allgemeinst verbreiteten, zuerst auftretenden Charaktere den Stamm oder Kreis definiren und innerhalb desselben durch fortschreitende Differenzirung und Anerkennung der nacheinander hervortretenden Unterschiede zu stets kleiner werdenden Arbeitstheilungen fortschreiten, die wir Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen, Arten und Varietäten benennen, wobei man indessen nicht vergessen darf, daß die Linien, den Formen nur die letzten Ausläufer langer Entwickelungsreihen sind, die oft so auseinandergehen konnten, daß die verbindenden Mittelglieder ausgestorben gekommen sind.

Unsere von Linné zuerst durchgeführte Nomenclatur beruht auf dem Grundsatze, daß jedes Thier einen doppelten Namen erhält, den der Gattung (Genus) und den bestimmenden der Art (Species). Daß die Art kein Unvergängliches, von Anfang an Geschaffenes und Unveränderliches sei, wie früher behauptet wurde, haben die Untersuchungen der Neuzeit gelehrt; sie ist nur für eine gewisse Zeitdauer und für gewisse Lebensbedingungen gegeben und verändert sich infolge letztern. Varietäten sind beginnende Arten, d. h. Formen, welche sich infolge der Anpassung in abweichender Weise ausbilden und schließlich entweder untergehen oder so lange bestehen, als die Bedingungen dauern, welchen sie sich anpaßten. Die Art (Species) kann deshalb praktisch in sehr verschiedener Weise gefaßt werden. So unterscheiden z. B. viele Naturforscher den amerikanischen Fuchs (Vulpes fulvus) und den Brandfuchs (Vulpes alopex) von unserm gewöhnlichen Fuchse (Vulpes communis) als Arten, während andere nur Varietäten darin erkennen wollen. Wenn es fast gewiß ist, daß alle drei von einer Stammart herkommen, so hat der Streit darüber, ob Art, ob Varietät, gar keine Bedeutung.

Nicht minder schwankt die Fassung des Begriffs Gattung (Genus). Um in dem Beispiel zu bleiben

[illegible] nahm ein Genus an, Canis, und unterschied [illegible] Arten den Fuchs (Canis vulpes) und den Wolf (Canis lupus). Jetzt nimmt man ziemlich allgemein ein Genus Vulpes an (mit senkrecht geschlitzter Pupille), [illegible] wenn nicht ein besonderes Genus Lupus, so doch [illegible] Gattung Canis (mit runder Pupille), beide ein[illegible]der nahe stehend in derselben Familie.

Um es kurz zu sagen, die doppelte Namengebung [illegible] bequem, um einen nächsten Verwandtschaftsgrad anzugeben; jeder sieht sogleich, daß europäischer Hirsch [illegible] canadischer (Waipiti), Pferd und Esel und Dschigtai u. s. w. eine größte Summe von Aehnlichkeiten [illegible]ben, aber ein festes Princip, um Art, Genus und [illegible] weiter abstrahirten größern Abtheilungen, Familie, [illegible]nung, Klasse, Kreis nebst Zwischenabtheilungen [illegible]terfamilie, Unterordnung u. s. w.) zu bestimmen [illegible] zu begrenzen, gibt es nicht, da die Auffassung [illegible] Verwandtschaftsgrades aus der Summe der ähnlichen Charaktere bei mangelnder Constatirung des Stammbaums mehr oder minder von individueller Schätzung abhängt.

Wir nehmen, von oben nach unten gehend, folgende Stämme oder Kreise an:

Wirbelthiere (Vertebrata).
Gliederthiere (Arthropoda).
Weichthiere (Mollusca).
Würmer (Vermes).
Stachelhäuter (Echinodermata).
Zoophyten (Coelenterata).
Urthiere (Protozoa).

Die Charakteristiken geben wir bei den einzelnen [illegible]reisen. Die Ordnung, in welche die Kreise gestellt [illegible], entspricht nicht den Beziehungen, welche zwischen [illegible]selben existiren; so haben die Wirbelthiere gar [illegible] Beziehung rückwärts, weder zu den Gliederthieren, noch zu den Weichthieren oder Stachelhäutern, [illegible]stens zu den Würmern, an welche einerseits Gliederthiere, andererseits Weichthiere und nach dritter Seite [illegible] Stachelhäuter sich wie an eine Muttergruppe anschließen; aber da in Büchern eine Seite auf die [illegible] folgen muß und selbst ein Druck im Kreise [illegible] nach Radien ausstrahlend der Darstellung der Verwandtschaftsverhältnisse nicht genügen würde, so [illegible]ben wir die Ordnung der Kreise so gewählt, wie [illegible] sie nach einer Abschätzung des Vollkommenheitsgrades, den jeder Kreis in seinen Spitzen erreicht, [illegible] erhalten würde.

Kreis der Wirbelthiere.
(Vertebrata.)

Symmetrisch gebaute Thiere mit innerm [illegible]chsenskelet, um das sich gegliederte, außen [illegible]cht ausgesprochene Ringe (Wirbel) lagern, mit dorsalem Centralnervensystem und auf [illegible]der ventralen Seite des Achsenskelets gelagerten vegetativen Organen. Die bewegenden [illegible]äfte (Muskeln) sind an der Außenseite der meist gegliederten Hebel angebracht. Darmrohr stets vorn und hinten offen. Höchstens zwei Paar Extremitäten. Höhere Sinnesorgane höchstens einpaarig, meist an einem besondern Körpertheile (Kopf) angebracht. Geschlossenes Blutgefäßsystem, mit meist durch rothe Körperchen gefärbtem Blut. Athemorgane am Anfange des Darmrohres. Dotter bauchständig.

Betrachten wir die Gesammtorganisation der Wirbelthiere, so stellt sich als erster wesentlicher Charakter die symmetrische Lagerung der Organe zu beiden Seiten einer senkrechten Mittelebene dar. Bei vielen Wirbelthieren ist diese Symmetrie so durchaus gewahrt, daß auch nicht die leiseste Andeutung einer Abweichung vorkommt; bei sehr vielen sind alle Organe symmetrisch gestellt, mit Ausnahme der Unterleibseingeweide, besonders des Darms und der Leber, welche eine unregelmäßige Lagerung darbieten. Nur sehr selten kommen die Beispiele vor, in welchen auch das Knochensystem, und namentlich der Schädel mit in solche asymmetrische Bildung hineingezogen wird, da man sonst in diesem sowie in dem Nervensystem gerade die strengste Symmetrie ausgebildet findet. Bei dieser Lagerung der Theile zeigen sich also die einfachen Organe stets in der Mittelebene des Körpers, die andern paarig zu beiden Seiten.

In der äußern Form des Körpers beobachtet man ein fortdauerndes Anstreben von Sonderung bestimmter Regionen mit bestimmten Beziehungen zu einzelnen Organgruppen; eines Kopfes, der die höhern Sinnesorgane, das Gehirn und den Eingang zu dem vegetativen System trägt, das in dem Rumpfe sich entfaltet, während die Körperachse meist über den Rumpf hinaus sich als Schwanz verlängert. Weitere Ausbildung dieser Abtheilungen führt zur Herstellung eines Verbindungstheils zwischen Kopf und Stamm, Hals genannt, und zur Theilung der Höhle des Rumpfes in eine Brust- und Bauchhöhle. Am Anfang und Ende des Rumpfes befinden sich die gegliederten Extremitäten, welche zwar ganz fehlen können, aber, wenn vollständig ausgebildet, aus einem Gürtel (Schulter- und Beckengürtel) und den eigentlichen Gliedmaßen bestehen.

Die äußere Haut besteht fast durchgängig aus zwei Schichten, der Oberhaut (Epidermis) und der Lederhaut (Corium). Von ersterer, die ursprünglich aus Zellen besteht, gehen die verschiedenen Hartgebilde aus (Schilder, Hörner, Klauen, Hufe, Haare, Federn, Schuppen u. s. w.) welche den Körper im ganzen oder einzelne Theile desselben decken; ebenso verschiedene Drüsen, welche ihr Secret auf die Außenfläche ergießen. Die Lederhaut ist aus Fasern gewebt, gefäß- und nervenreich; sie vermittelt die Sinnesempfindungen der Haut und ist stets von dem Muskelsystem getrennt, während sie bei den Wirbellosen mehr oder minder mit dem Muskelschlauche verwachsen ist.

Von besonderer Wichtigkeit für die Betrachtung der Wirbelthiere erscheint die eigenthümliche Ausbildung der härtern Stützen, welche die Formen des Körpers bestimmen und theils zum Schutze besonderer Organe, theils zur Herstellung von Hebeln für die Bewegung dienen und unter der Gesammtbezeichnung des Skeletes bekannt sind. Bei allen übrigen Kreisen sehen wir bald nur einen durchaus weichen Körper oder ein Festerwerden der äußeren Haut, wodurch diese zugleich als Schutzgebilde und als Stütze für die Bewegung auftritt, sodaß wir bei den Gliederthieren als allgemeinen Charakter die Existenz von hohlen Ringen oder hohlen Cylindern erwähnen können, in deren Innerm die bewegenden Stränge, die Muskeln, angebracht sind. Bei den Wirbelthieren findet gerade das entgegengesetzte Verhältniß statt, indem hier die Hebel, aus Knochen oder Knorpel gebildet, im Innern angebracht sind und die Muskeln sich auf ihrer Außenfläche ansetzen, was indessen nicht verhindert, daß zugleich der andere Zweck der härtern Theile, die Be

schützung der Eingeweide, durch Bildung von Gewölben und Höhlen erreicht wird. Die festen Theile des Skelets erscheinen sämmtlich um eine Achse gelagert, welche in der Mittellinie des Körpers in der Weise sich hinzieht, daß zugleich eine obere oder Rückenhälfte, und eine untere oder Bauchhälfte des Thiers sich durch die Lagerung dieser Achse erkennen läßt, welche meistens von der Wirbelsäule, oder bei den niedern Typen von einem einfachen Faserknorpelstrang, der Wirbelsaite (Chorda dorsalis), gebildet wird. Von dieser Achse strahlen gegen die Rücken- und Bauchseite hin Bogenfortsätze aus, die sich bald mehr bald minder vollständig zu Ringen oder Gewölben vereinigen und welche zum Schutze der Eingeweide bestimmt sind. Die obern Bogenbildungen schließen sich meistens am vollständigsten und bilden so eine Kapsel für das Gehirn und die höhern Sinnesorgane, den Schädel, und für das Rückenmark eine aus Spitzbogen zusammengewölbte Röhre, den Rückenkanal, sodaß demnach die ganze obere Bogenbildung hauptsächlich nur zum Schutze des centralen Nervensystems bestimmt ist. Bei weitem nicht so fest schließen sich die untern Bogenhälften, welche zur Umhüllung der Eingeweide und der großen Blutgefäße des Körpers dienen, und meistens muß der Schluß bei ihnen durch große Strecken dazwischen ausgebreiteter Häute ergänzt werden. So stellt sich demnach bei einem queren Durchschnitte des Körpers die Wirbelsäule als die factische Achse des Körpers in diesem Kreise dar, zugleich zwei in die Länge gestreckte Höhlen durch ihre Bogen bildend, den Rückenkanal für das über der Chorda und den auf ihr und um sie sich entwickelnden Wirbeln gelegene Centralnervensystem, und die unterhalb gelegene Eingeweidehöhle für die vegetativen Organe. So sehr auch die fernere Ausbildung der Eingeweide wechseln und ihre Lage verändern mag, so finden sich dieselben doch stets ursprünglich in derselben relativen Lage, nämlich der Wirbelsäule zunächst angeheftet in der Mittellinie die großen Körpergefäße (Aorta, Hohlvene, Lymphstamm), zu beiden Seiten die Nieren und innern Geschlechtstheile, in der Mitte der Rumpfhöhle der Darm und am weitesten gegen die Bauchfläche hin, unmittelbar an der Wandung ihrer betreffenden Höhlen, die Leber und das Herz. Diese Lagerung der Theile, und namentlich die Stellung, welche das Nervensystem einnimmt, ist außerordentlich charakteristisch für die Wirbelthiere, indem bei dem Kreise, welchem ebenfalls ein zusammenhängendes, in der Mittellinie des Körpers liegendes Nervensystem zukommt, bei den Gliederthieren, dieses gerade in umgekehrter Weise, nämlich auf der Bauchfläche unter allen Eingeweiden gelagert ist, während das Herz die höchste Stelle an der Rückenfläche einnimmt und keinerlei Trennung durch ein inneres Skelet, wie bei den Wirbelthieren, vorhanden ist.

Nicht minder charakteristisch erscheint die Bildung der Bewegungsorgane für den Kreis der Wirbelthiere. Dieselben können gänzlich fehlen, sodaß gar keine Glieder vorhanden sind und der Körper selbst mit der Fortsetzung der Wirbelsäule, dem Schwanze, der Ortsbewegung vorsteht, die stets möglich ist, indem es kein einziges Wirbelthier gibt, welches zu irgendeiner Zeit seines Lebens an den Boden festgeheftet wäre. Bei den meisten sind indessen eigene Extremitäten entwickelt, welche, stets paarig vorhanden, niemals die Zahl von vier überschreiten, zwei vordere, die Brustglieder, unmittelbar hinter dem Halse angebracht, und zwei hintere, die Beckenglieder, welche gewöhnlich an dem Ende der Bauchhöhle befestigt sind und durch ihren Gürtel, das Becken, dieselbe abschließen. Die Modificationen, welche diese Glieder theils durch das Medium, in welchem die Thiere leben, theils durch die verschiedene Bestimmung derselben erleiden, sind außerordentlich mannichfaltig und können sowol zur Begrenzung der Klassen, wie zur Umschreibung kleinerer Gruppen oft mit Vortheil benutzt werden. So mannichfach diese Bestimmungen auch sein mögen, ob die Extremität als Flosse, als Flugwerkzeug, als Stütze oder als Greiforgan benutzt wird, stets ist doch der Plan ihrer Bildung derselbe und auch für beide Gliederpaare identisch. Beide zeigen eine Gürtelbildung, Schulter oder Becken, welche die Extremität in ihre Lage erhält und mehr oder minder fest an die Wirbelsäule befestigt; beide zeigen dann dieselbe Zusammensetzung, indem an den Gürtel zuerst ein einziger Knochen, Oberarm oder Oberschenkel eingelenkt ist, welcher meist zwei Knochen des Vorderarms oder Vorderschenkels trägt; auch dann, wenn diese beiden Knochen in einen verschmolzen sind, läßt sich gewöhnlich ihre ursprüngliche Trennung nachweisen. Noch schwankender sind die Verhältnisse in der letzten Abtheilung der Extremitäten, der Hand oder dem Fuße, welche zwar bei den höhern Formen aus drei Abtheilungen, der Wurzel, dem Mittelstücke und den Fingern zusammengesetzt erscheint, aber viele Abweichungen zeigt. Im allgemeinen scheint die Fünfzahl die ursprüngliche zu sein, und von dieser aus Reductionen stattzufinden.

Das Centralnervensystem, welches die Summe lung aller im Körper befindlichen peripherischen Ner ven darstellt, kann mit Ausnahme des niedersten Wirbelthiers (Amphioxus) in zwei Abtheilungen geschieden werden, das im Kopfe gelegene Gehirn, und das im Rückenkanale liegende Rückenmark.

Bei den meisten Wirbelthieren lassen sich in dem Gehirne drei Hauptabtheilungen unterscheiden: das Hinterhirn oder Nachhirn, aus dem verlängerten Marke, welches unmittelbar mit dem Rückenmarke zusammenhängt, und dem kleinen Gehirne gebildet; das Mittelhirn, die sogenannten Vierhügel enthaltend, und das Vorderhirn, das zum größten Theile von den Hemisphären des großen Gehirns gebildet wird; es entsprechen diese Theile wesentlich den drei höhern fischen Sinnesorganen des Kopfes, das Vorderhirn der Nase, das Mittelhirn den Augen, das Nachhirn den Ohren, und wenn auch mannichfaltige Zusammenschiebungen in dieser Hinsicht vorkommen, so kann man doch meist bei dem Embryo diese drei Abtheilungen mit Deutlichkeit in den ersten Anlagen des Centralnervensystems unterscheiden. Auch hier lassen sich je nach der Stufe der Ausbildung, auf welcher ein Wirbelthier erhebt, vielfache Modificationen der Bildung erkennen, indem das Mittelhirn, welches die geringste Gewölbebildung zeigt, stufenweise zurücktritt, während bei zunehmender Intelligenz die Seitentheile des kleinen Gehirns, vorzüglich aber die Hemisphären des Großhirns eine so bedeutende Ausbildung erhalten, daß letztere das Mittelhirn gänzlich überwölben und in sich aufnehmen.

Bei den meisten Wirbelthieren kommen sämmtliche Sinnesorgane in mehr oder minder vollständiger Ausbildung vor. Am weitesten verbreitet ist das Ohr, indem man bisjetzt nur ein einziges Wirbelthier, und zwar das niedrigste von allen kennt, welchem das Ohr fehlt, während das Auge öfter gänzlich mangelt und auch die Nase, wenn zwar nicht fehlt, so doch ihre Bestimmung als Sinnesorgan zuweilen entrückt ist und nur einen Luftweg für die Athmung bildet. Hinsichtlich der innern Ausbildung lassen sich bei allen Sinnesorganen, die gewöhnlich paarweise vorhanden

s, mancherlei Stufen nachweisen. So bildet die
ase bei den meisten auf Wasserathmung angewiesenen
belthieren einen geschlossenen Blindsack, während
bei den Luftathmern stets in den Gaumen geöffnet
heint und somit auch bei geschlossenem Maule einen
weg für die Lungen herstellt; — während bei
ngelnder Ausbildung des Geruchs sie sich nur als
fache Röhre oder Blindsack zeigt, entwickelt sie bei
herer Ausbildung dieses Sinnes vielfache Neben-
ilen und gewundene Räume, auf deren auskleiden-
Schleimhaut der Riechnerv sich ausbreitet. Von
nderer Wichtigkeit erscheint es aber, ob die Nase,
bei einigen niedersten Wirbelthieren, nur als ein
paariges Organ erscheint, oder ob sie, wie bei den
ften, doppelt vorhanden und symmetrisch ausge-
bet ist.

Das Auge ist zwar überall mit Muskeln versehen,
aber bei den niedern Typen nur eine äußerst ge-
ge Beweglichkeit zeigen, während zugleich die Schutz-
parate, und namentlich die Lider gänzlich fehlen oder
r mangelhaft entwickelt sind; erst bei den höchsten
men erscheint es als Augapfel in besonderer Höhle
gend, durch bewegende Muskeln nach allen Seiten
hbar, mit besondern Drüsenorganen (Thränen-
ifen) und Schutzwehren (Lidern) versehen. Es ist,
i Ausnahme des Amphioxus, stets nur paarig vor-
nden und überall ursprünglich angelegt, kann aber
ch Nichtgebrauch (bei Höhlenthieren) gänzlich rudi-
entär werden und dann sogar nicht mehr zur Auf-
ssung des Lichteindrucks, geschweige denn zur Her-
llung von Bildern fähig sein. Die Ohren zeigen
ffallende Stufen der Ausbildung. Mit Ausnahme
s Amphioxus liegen sie überall paarig, im Innern
s Schädels, anfangs nur aus dem unvollständigen
borinth mit einem Bogengange gebildet. Erst später
ichten sich noch zwei andere Bogengänge, dann die
chnecke an das innere Ohr, während durch Um-
ldung äußerer Theile (Kiemenbogen) das mittlere Ohr,
e Paukenhöhle mit Zubehör, sich bildet und endlich
st bei den höchsten Formen ein äußeres Ohr mit
ehörgang die Ausbildung vervollständigt.

Die Verdauungsorgane sind sehr mannichfaltig
ausgebildet. Stets finden sich zwei entgegengesetzte Oeff-
nungen, Mund und After. Die Mundöffnung ist stets
an dem vordern Theile des Körpers, meist etwas auf
der Bauchfläche angebracht und immer nur mit einem
einzigen Unterkiefer bewaffnet, der aus zwei in der
Mittellinie verbundenen Hälften besteht und hauptsäch-
lich nur von unten nach oben wirkt, ein wesentlicher
Unterschied von den Gliederthieren, bei welchen stets
mehrere Kieferpaare vorhanden sind, die von den
Seiten her gegeneinander sich bewegen. Nur bei sehr
wenigen Wirbelthieren, die eine durchaus niedere Stufe
der Bildung einnehmen, fehlen die Kiefer gänzlich und
sind durch besondere Lippenbildungen ersetzt. Die Be-
waffnung der Mundhöhle wechselt außerordentlich, bietet
aber gerade dadurch vielfache Charaktere zur Unter-
scheidung größerer und kleinerer Gruppen. Meist sind
Zähne vorhanden von äußerst mannichfaltiger Structur
und Anordnung; ganze Ordnungen und Klassen aber,
wie die Schildkröten und Vögel, entbehren derselben
gänzlich und besitzen statt ihrer mehr oder minder scharf-
randige, gewöhnlich mit Hornplatten besetzte Kiefer.
Bei den Säugethieren beschränkt sich die Zahnbildung
lediglich auf die eigentlichen Kieferknochen, während
bei den Fischen, Amphibien und Reptilien nicht nur
sämmtliche an der Bildung der Mundhöhle theil-
nehmende Gesichtsknochen, sondern auch einige Knochen
der Schädelbasis und die Zunge mit Zähnen besetzt
sein können. Letztere bildet meist einen mehr oder
minder deutlichen Vorsprung, der in dem Raume
zwischen beiden Unterkieferhälften gelegen ist, an dem
oft bedeutend entwickelten Zungenbeine eine feste Stütze
findet und zwar fast überall einen eigenen Geschmacks-
nerven, den Zungenschlundkopfnerven (Nervus glosso-
pharyngeus) erhält, sich aber meist doch mehr als
Tast- oder Greiforgan entwickelt. Bei niedern Thieren
erscheint die Zunge durchaus unbeweglich und an den
Boden der Mundhöhle festgeheftet, während sie bei
höhern sich mehr und mehr befreit und oft eine außer-
ordentliche Beweglichkeit erhält. Meist erscheint sie
mit dickem, hornigem Ueberzuge versehen; seltener ist
sie, wie bei dem Menschen, weich und nicht nur zur
Aufnahme von Geschmackseindrücken, sondern auch zur
Modulation der Töne geeignet. Nur bei wenigen zer-
fällt das Darmrohr in keine weitern Abtheilungen,
sondern setzt sich gerade, gleiche Weite behauptend,
von der Mundhöhle zum After fort; meistens unter-
scheidet man drei Abtheilungen, den Munddarm,
der gewöhnlich einen Schlundkopf (Pharynx) bildet,
dann einen engern Theil, Schlund (Oesophagus) und
einen weitern, Magen (Stomachus), welche wieder
mehrere Ausstülpungen bilden können, die man an der
Speiseröhre als Kropf bezeichnet (Ingluvies), am Magen
mit verschiedenen, ihrer Bildung entnommenen Namen
(Muskelmagen der Vögel, Netzmagen der Wieder-
käuer u. s. w.) belegt. Meist ist der Magen mehr
oder minder in zwei Theile geschieden, den Cardial-
theil an der Speiseröhre und den Pförtnertheil (Pylorus)
am Eingange des Darms. Der Mitteldarm, oft
ungemein lang und gewunden, empfängt die Ein-
mündungen der Nebendrüsen, Leber und Bauchspeichel-
drüse oder deren Homologe, in dem sogenannten
Zwölffingerdarm (Duodenum), setzt sich in den langen
und engen Dünndarm (Ileum) und in den Dickdarm (Colon)
fort, an dessen Beginn meist Ausfackungen und Blind-
därme entwickelt sind. Der Enddarm (Mastdarm,
Rectum), oft durch besondere Faltenbildungen ausge-
zeichnet, mündet entweder gesondert oder mit den
Urogenital-Organen gemeinschaftlich in einer Kloake;
aber in beiden Fällen stets auf der Bauchseite. Die
Bauchhöhle selbst kann durch Oeffnungen, die zuweilen
besondere Verrichtungen übernehmen (z. B. Leitung
der Geschlechtsproducte nach außen), mit dem umgeben-
den Medium in Verbindung stehen. Der Darm der
Fleischfresser ist im ganzen stets kürzer und weniger
complicirt als der der Pflanzenfresser.

Außer den in der Darmwand selbst gelegenen mannich-
faltigen Drüsen finden sich am Munddarme Speichel-
drüsen, die zwar oft ganz fehlen (Wasserthiere),
häufig sogar aber ganz besondern Zwecken dienen
(Giftdrüsen der Schlangen). Die Leber ist fast
überall als compacte Drüse vorhanden und erhält häufig
nicht nur das vom Darme, sondern auch von andern
Körperorganen zurückkehrende Blut als Pfortaderblut.
Die Bauchspeicheldrüse (Pancreas) fehlt bei man-
chen niedern Wirbelthieren, oder ist, wie es scheint,
durch besondere Ausstülpungen des Mitteldarms
(Pförtneranhänge der Fische) ersetzt. Die Blutdrüsen,
wie Milz, Schilddrüse, Thymusdrüse und
Nebennieren sind nicht überall entwickelt; die
Thymus sogar nur im jugendlichen Zustande der
höhern Wirbelthiere.

Die Athemorgane zerfallen in zwei große, mor-
phologisch nicht vergleichbare Gruppen, je nach der
Athmung im Wasser oder in freier Luft. Die Kiemen
entwickeln sich am Anfange des Schlundkopfes auf den
Schlund umfassenden Kiemenbogen, auf welchen
direct vom Herzen kommende Gefäße verlaufen, die
auf Fortsätzen in Gestalt von Bäumchen, Blätt-

Zotten oder Kolben sich in Capillarnetze auflösen, deren Blut mit dem umgebenden Wasser in Wechselwirkung tritt und Sauerstoff daraus aufnimmt, während es Kohlensäure abgibt. Meistens sind diese Gefäßbogen durch knöcherne oder knorpelige, dem Zungenbeine angehörige Bogen gestützt und durch Spalten, welche von außen her bis in den Schlund führen, voneinander getrennt. Mechanische Vorrichtungen verschiedener Art bewirken während des Lebens eine beständige Strömung des Wassers durch diese Kiemenspalten und eine stete Erneuerung desselben im Umkreise der athmenden Blättchen.

Bei den höhern Wirbelthieren entwickeln sich die Kiemenbogen nicht als solche, sondern nur als Visceralbogen im Embryonalzustande; sie dienen niemals der Athmung, bilden keine respiratorischen Capillarnetze und werden später zu andern Bildungen (mittleres Ohr, Kehlkopf, Schlundkopf u. s. w.) verwendet. Dagegen entstehen Ausstackungen des Munddarms, bei den niedern Thieren auf der Rückenseite desselben und dann meist nicht zur Athmung verwendet (Schwimmblase der Fische); bei den höhern dagegen als Ausstülpungen auf der Bauchseite zu Lungen ausgebildet. Diese sind mehr oder minder zellige Säcke, die stets so gebaut sind, daß die eingeathmete Luft durch denselben Weg, Luftröhre, Kehlkopf, Mund- oder Nasenhöhle, wieder ausgeathmet wird.

Die in den Lungen enthaltene Luft kann zuweilen (Vögel) durch dünnhäutige Kanäle mehr oder minder in den Körper vertheilt werden. Bei allen Luft athmenden Thieren bildet die Nase den normalen Luftweg, der in dem Schlundkopfe den Nahrungsweg, welcher aus dem Mund in den Schlund geht, durchkreuzt. Hier bildet sich der Kehlkopf (Larynx) aus, der durch besondere Vorrichtungen (Stimmritze, Stimmbänder u. s. w.) zugleich Stimmorgan wird. Das aus dem Herzen ausgetriebene Körperblut vertheilt sich in der Lunge in reiche Capillarnetze, tritt mit der Luft in Wechselwirkung durch Abgabe von Kohlensäure und Aufnahme von Sauerstoff, und kehrt zum Herzen zurück.

Es begreift sich leicht, daß bei dem vielfachen Wechsel in der Structur der Athemorgane auch in den Organen des Kreislaufs mancherlei Verschiedenheiten vorkommen. Mit einer einzigen Ausnahme (bei dem Lanzettfischchen, Amphioxus) ist das Blut bei allen Wirbelthieren purpurroth gefärbt, und zwar hängt diese Färbung einzig von den Blutkörperchen ab, dünnen, scheibenförmigen Formelementen von rundlicher oder elliptischer Gestalt, die sich nur mittels des Mikroskopes erkennen lassen und in der farblosen Blutflüssigkeit suspendirt sind. Ein Herz als Centralpunkt für die mechanische Fortbewegung des Blutes fehlt nur einem einzigen der bekannten Wirbelthiere (Amphioxus), bei welchem seine Druckkraft durch die Contractilität der großen Gefäßstämme ersetzt ist; bei fast allen übrigen ist das Herz mit seinen verschiedenen Abtheilungen das einzige Organ, das durch die Zusammenziehung seiner Muskelfasern das Blut durch die Gefäße hindurch treibt. Bei den durch Kiemen athmenden Wirbelthieren ist diese muskulöse Druck- und Saugpumpe stets in dem Bereiche des venösen Kreislaufs so angebracht, daß das aus den Organen des Körpers zurückkehrende Blut zuerst in eine Vorkammer und dann in die eigentliche Herzkammer eingelassen wird, aus der es durch einen, häufig muskulösen Theil, den Bulbus, in die Gefäßbogen der Kiemen getrieben wird; bei den durch Lungen athmenden Wirbelthieren scheidet sich das Herz nach und nach in zwei Hälften, jede aus einer Vorkammer und Kammer bestehend, und von denen die eine, die rechte, dem Kiemenherzen der Fische entspricht, indem sie, im venösen Strome angebracht, das vom Körper zurückkehrende Blut aufnimmt und es in die Lungen treibt, während die linke Hälfte, als bewegender Mittelpunkt des arteriellen Stroms, das Blut aus den Athemorganen empfängt und es in den Körper umtreibt. Die verschiedenen Stadien der allmählichen Scheidung der beiden Herzhälften, welche sich bei Säugethieren und Vögeln vollkommen ausgeführt findet, lassen sich besonders bei Amphibien und Reptilien in großer Mannichfaltigkeit wahrnehmen, indem dort mehr oder minder bedeutende Communicationsöffnungen in dem Herzen oder in der Nähe desselben vorhanden sind, wodurch sich die beiden Blutarten in größerm oder geringerm Maße miteinander vermischen können. Sobald die Scheidung der beiden Herzhälften vollkommen durchgeführt ist, erscheint auch als äußeres Kennzeichen derselben die constante eigene Temperatur der Thiere, die sich als warmblütige (Säugethiere und Vögel) von den kaltblütigen unterscheiden, deren Körperwärme mit der äußern Temperatur wechselt. Bei allen Wirbelthieren sind übrigens die peripherischen Blutbahnen vollkommen geschlossen und überall gesonderte Gefäße vorhanden, in welchen das Blut strömt. Ringen noch hat man solche Unterbrechungen der Circulation und Ersatz der mangelnden Gefäße durch Hohlräume gefunden, wie dies bei den meisten wirbellosen Thieren vorzukommen pflegt; namentlich findet sich überall zwischen den arteriellen und venösen Gefäßstämmen ein Netz feiner Capillar- oder Haargefäße, durch deren äußerst dünne Wandungen die Umsetzung der Säfte im Körper geschieht. Als ein den Wirbelthieren eigenthümlicher Anhang des Gefäßsystems, der indessen auch nicht bei allen nachgewiesen ist (Amphioxus), findet sich das Lymphgefäßsystem da, welches die in den circulirenden Flüssigkeiten in eigene Stämme sammelt, die schließlich in die vom Körper zum Herzen führende Blutbahn münden. Meistens bildet dies Lymphsystem vielfach zerstreute Drüsen; bei einigen Wirbelthieren sind noch besondere Druckkräfte (Lymphherzen) an demselben angebracht.

Von besonderer Bedeutung erscheinen die Harnorgane, deren absondernde Drüsen, die Nieren, zunächst an der Wirbelsäule liegen. Sie sind hauptsächlich zur Absonderung der stickstoffhaltigen Auswurfsstoffe des Körpers bestimmt und stehen ursprünglich durch die Wolff'schen Körper oder Urnieren, die bei allen Embryonen vorkommen und bei niedern Wirbelthieren sich zum Theil bleibend erhalten, und durch deren Ausführungsgänge in engster Beziehung zu den Geschlechtsorganen, sodaß verschiedene Theile derselben bei verschiedenen Thieren und verschiedenen Geschlechtern desselben Thiers verschiedene Functionen erhalten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Bei den niedern Wirbelthieren verhalten sich die Nieren zu dem Blute, das aus der hintern Körperhälfte zurückströmt, ähnlich wie die Leber zum Darmblute — es existiren Nieren-Pfortadern. Die Harnleiter münden häufig in eine Harnblase, welche auf der vordern Wand des Enddarmes als Ausstülpung entsteht; ihre Oeffnungen wandern übrigens von der hintern Seite des Darms, wo sie oft eine besondere Ausmündung haben, auf die Kloake und dann auf die vordere Seite derselben, um schließlich mit den Geschlechtsorganen gemeinschaftlich nach außen zu münden.

Was die Zeugung und Fortpflanzung betrifft, so findet niemals, wie bei den wirbellosen Thieren so häufig, ungeschlechtliche Fortpflanzung, Knospenzeugung

Innenbildung statt, sondern überall nur geschlechtliche Fortpflanzung durch Befruchtung von weiblichem Ei mittels des männlichen Samens. Mit Ausnahme einiger weniger Fische (Sorranus) sind stets die Geschlechter auf verschiedene Individuen vertheilt, und Männchen und Weibchen häufig durch äußere Merkmale unterschieden. Die keimbereitenden Geschlechtstheile, Hoden und Eierstöcke, liegen stets, wie die Nieren, ursprünglich unmittelbar zu beiden Seiten der Wirbelsäule, wechseln aber oft die ursprüngliche Lage. Oft fehlen alle ausführenden Kanäle; die Geschlechtsproducte, Samen und Eier, gelangen in die Bauchhöhle und werden von dort durch Oeffnungen nach außen entleert. Bei den meisten männlichen Wirbelthieren aber sammeln sich die Samenfäden des Hodens in die Nebenhoden und dann in die Samenleiter, welche oft noch manche drüsige Nebenanhänge (Samenblasen, Prostata) am Ende besitzen. Die Samenleiter selbst öffnen sich bald selbständig vor dem After (viele Fische), bald mit Harnleitern in den Darm in die Kloake, oder sie münden gemeinschaftlich mit den Harnorganen, aber getrennt von dem Harne, nach außen. Begattungsorgane fehlen bei den meisten Wirbelthieren gänzlich, selbst bei solchen, bei denen sich die Eier innerhalb der weiblichen Geschlechtstheile entwickeln und mithin auch dort befruchtet werden müssen. Da wo männliche Begattungsorgane vorkommen, sind dieselben meistens einfach, seltener doppelt, und ihre Beziehungen zu den Samenleitern wie ihre sonstige Bildung äußerst mannichfaltig. Also vielfach wechseln die Formen der weiblichen Geschlechtsorgane, zumal da hier die Beziehungen zur Ausbildung der Jungen noch mannichfaltiger werden, durch namentlich diejenigen Gebilde, welche die Aufnahme der Eier bewerkstelligen, mannichfach modificirt werden. Sehr häufig finden sich in den Eileitern besonders ausgebildete Stellen vor, von denen die einen durch drüsige Wände zur Bildung besonderer Hüllen um das Ei, die andern zur Herstellung von Reifstätten zur innern Bebrütung geeignet erscheinen, und ebenso mannichfaltig wie diese Drüsen und Erweiterungen erscheinen auch die weiblichen Begattungsorgane in ihrer Formgestaltung. Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme herrscht eine gewisse Periodicität von längerer oder kürzerer Dauer in der Geschlechtsfunction, welche sich namentlich bei den Weibchen durch die Ausstoßung der Eier zu gewissen Zeiten kundgibt. Die Heranbildung der Eier im Eierstocke, ihre successive Ausbildung bis zur endlichen Trennung und ihre Ausstoßung durch die Eileiter geschieht überall selbständig und selbst dann, wenn keine Befruchtung stattfindet; die Befruchtung selbst aber kann in zwei verschiedenen Stadien der Eiveränderung eintreten. Bei den einen nämlich, und dazu gehören die meisten Fische und Amphibien, werden die Eier gänzlich ausgestoßen und ihre Befruchtung geschieht erst außerhalb, meistens in dem Augenblicke, wo sie aus der Geschlechtsöffnung des Weibchens hervortreten; bei den andern wird durch eine mehr oder minder innige Begattung die befruchtende Flüssigkeit in das Innere des weiblichen Organismus eingeführt und die Eier kommen auf irgendeinem Punkte ihrer Wanderung bald ganz in die Nähe der Eierstöcke, bald weiter von denselben entfernt mit dem Samen in Berührung. Es versteht sich von selbst, daß diese Weise der Befruchtung überall eintreten muß, wo das Junge sich innerhalb des mütterlichen Organismus bis zu einem gewissen Grade ausbildet, zuweilen findet indeß dieselbe auch da statt, wo die Entwickelung des Embryo erst nach der vollständigen Ausstoßung des Eies beginnt. In der Beziehung der Frucht zu dem mütterlichen Organismus lassen sich ebenfalls mehrere Verschiedenheiten von großem Gewichte nachweisen. Bei den meisten Wirbelthieren erhält das Ei von dem Eierstocke so viel Dottersubstanz mit, daß der Embryo sich vollständig auf deren Kosten ausbilden kann und keiner weitern Stoffzufuhr, sei es von seiten des mütterlichen Organismus oder von außen her, bedarf. In diesen Fällen wird das Ei gewöhnlich noch in dem Eileiter von verschiedenen Hüllen, von Eiweiß und Schalenbildungen, eingeschlossen und dann nach der Ausstoßung in solche Verhältnisse gebracht, welche zur Entwickelung des Embryos nothwendig sind, wozu namentlich ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit und der Zutritt von Sauerstoff gehören; Bedingungen, die sich bald von selbst finden, bald, wie bei den brütenden Thieren, von den sorgsamen Aeltern beschafft werden. Bei dem andern extremen Endpunkte dieser Beziehungen zwischen Mutter und Frucht findet sich bei dem ursprünglichen Ei nur eine kleine Dottermasse vor, ungenügend, die Ausbildung des Embryos zu bestreiten, der dann durch besondere Gefäße in innige Wechselwirkung mit den Gefäßen des mütterlichen Organismus tritt und aus dem Blute desselben die zu seiner Ausbildung nöthigen Stoffe bezieht. Zwischen diesen beiden Verhältnissen liegen mannichfache Zwischenstufen, indem bei den einen es nur auf äußere Zufälligkeiten ankommt, ob die losen Eier sich außerhalb oder innerhalb des mütterlichen Organismus entwickeln, während bei andern die Entwickelung im Innern zwar Regel ist, der Embryo oder das Ei aber deshalb in keine nähere Verbindung mit den Organen tritt, sondern frei in der Höhle des Eileiters liegt und nur durch Auffaugung aus der Flüssigkeit, welche diese erfüllt, sich weitere Stoffe aneignen kann.

Die Entwickelung des Embryo geschieht bei dem Kreise der Wirbelthiere allgemein nach einem gemeinschaftlichen Grundplane, der sich indessen bei den verschiedenen Klassen und Ordnungen in mannichfacher Weise modificirt. Ueberall ist der Dotter von einer deutlichen Dotterhaut umgeben, die zuweilen sogar eine ziemlich bedeutende Dicke erreicht und die allmählich verschwindet, sobald der Embryo sich seine Hüllen aufgebaut hat.

Für die Entwickelung selbst sind manche Züge charakteristisch. Vor allen Dingen die Bildung einer innern Achse, aus dem Centraltheile des Skelets, der Rückenseite oder Chorda bestehend, welche sich überall bildet und bei vielen niedern Wirbelthieren das ganze Leben hindurch besteht, bei den andern allmählich durch die Wirbelsäule ersetzt wird. Mit dieser Bildung steht im innigsten Zusammenhange die Lagerung der Organe, und speciell des Dotters, d. h. des Bildungs- und Ernährungsmaterials, welches der Embryo in dem Ei mit erhält — auf der Rückenseite der Chorda findet sich stets das Centralnervensystem, welches sogar vor der Chorda angelegt wird; auf der Bauchseite die vegetativen Organe und mit ihnen der Dotter, der also bei allen Wirbelthieren bauchständig ist und häufig in einem besondern, innern oder äußern Sacke abgeschnürt wird. Charakteristisch ist ferner das frühe Auftreten des Herzens und der Blutcirculation, während bei den meisten Wirbellosen das Herz entweder gar nicht sich ausbildet oder sehr spät erscheint. Ebenso sind charakteristisch für alle Wirbelthier-Embryonen die am Munddarm sich bildenden Visceralspalten und Visceralbogen, welche bei den einen wirkliche Athemorgane, Kiemenspalten und Kiemenbogen werden, bei

den andern aber, ohne je Athemfunction zu erhalten, später zur Bildung anderer Organe verwendet werden. Von besonderer Bedeutung für die höhern Wirbelthiere ist endlich die Bildung zweier, vom Embryo selbst ausgehender Hüllen, von denen die eine eine Fortsetzung der äußersten Lage der Oberhaut bildet, während die andere aus den später dem Urinsysteme angehörigen Bildungen hervorgeht. In der That bildet sich die Schafhaut oder das Amnios in der Weise, daß die äußere Zellenlage der Haut sich an die Innenfläche der Eihaut anlegt und in dem ganzen Umkreise des Dotters mit derselben verwächst, da aber, wo der Embryonalkörper sich befindet, sich allmählich abzieht, zusammenwächst und gänzlich abschnürt, sodaß ein vollkommen geschlossener Sack um den Embryo herum gebildet wird. Die andere, mehr minder ausgebildete Hülle, die Harnhaut oder Allantois, entsteht als Ausstülpung der vordern Wand der Kloake und ist dazu bestimmt, die Gefäße des Embryo nach außen zu leiten und den Austausch zwischen dem Embryonalblute einerseits und den umgebenden Medien andererseits zu vermitteln. Dieser Austausch beschränkt sich bei den Eiern von Reptilien und Vögeln, wo der Dotter den Bildungsstoff des werdenden Embryo enthält, wesentlich nur auf Gase, also auf Athmung, während bei den Säugethieren, wo die Dottersubstanz nicht genügt, zugleich Ernährung und Athmung durch die Gefäße der Harnhaut und der aus ihr theilweise hervorgehenden Bildungen vermittelt wird.

Die Wirbelthiere stellen einen in sich abgeschlossenen Kreis dar, dessen eigenthümlicher Organisationsplan, nach den jetzigen Untersuchungen, nur zu einer einzigen Gruppe wirbelloser Thiere entfernte Beziehungen hat, nämlich zu den sogenannten Manteltieren (Tunicaten) und auch hier nur zu der beschränkten Familie der Seescheiden. In der That erscheint bei diesen während der Embryonalentwickelung ebenfalls eine Chorda als Achsenstrang, auf deren einer Seite sich das centrale Nervensystem, auf der andern die Anlagen der vegetativen Organe ausbilden. Darauf beschränkt sich aber auch die ganze Gleichartigkeit der Bildung, indem von dieser ersten rudimentären Bildung an beide Typen sehr gesonderte Wege wandeln, die Seescheiden den ursprünglichen Wirbelthiercharakter verlassen, und die Chorda als Schwanz wegwerfen, während im Gegentheile die Wirbelthiere das innere Skelet und die weitern Bedingungen des Wirbelthiercharakters ausbilden. Da Wirbelthiere schon in den obern Stockwerken des silurischen Systems auftreten, so kann man nur sagen, daß der eigenthümliche Organisationsplan derselben schon in der frühesten Zeit hervorgetreten ist.

Wir theilen die Wirbelthiere ein, indem wir die schon früher durchgeführte und jetzt auch allgemein angenommene Trennung von Amphibien und Reptilien festhalten und zugleich mit Haeckel die Fische in drei Klassen zerlegen:

Kreis.	Hauptklasse.	Klasse.
Wirbelthiere (Vertebrata.)	Höhere Wirbelthiere. (Amniota oder Allantoidea.)	Säugethiere. (Mammalia.)
		Vögel. (Aves.)
		Schleicher. (Reptilia.)
	Niedere Wirbelthiere. (Anamnia oder Anallantoidea.)	Lurche. (Amphibia.)
		Fische. (Pisces.)
		Rundmäuler. (Cyclostomata.)
		Rohrherzen. (Leptocardia.)

Höhere Wirbelthiere.
(Amniota oder Allantoidea.)

Bei dem Embryo wird eine Schafhaut (Amnios) und eine Harnhaut (Allantois) gebildet. Die Visceralbogen tragen niem… Kiemenblättchen. Athmung nur durch Lung… Die Schädelbasis zeigt in der Mitte ei… Beugung (Kopfbeuge) im embryonalen … stande. Keine Larvenbildungen. Niem… ein Arterienstiel (Bulbus arteriosus) … Herzen.

Die allgemeinen Charaktere wurden schon er… Man kann aber unter den Klassen, welche diese H… klasse bilden, noch zwei Gruppen unterscheiden: … höhern, Säugethiere und Vögel, mit vollkomme… schiedenem Körper und Lungenkreislauf und de… auch mit warmem Blute, und die Reptilien mi… vollkommen geschiedenem Kreislauf und kaltem …

Warmblüter.

Mit vollkommen getrenntem Lungen- und Körperkrei…

Klasse der Säugethiere (Mammalia.)
(Tafel 1 bis 11.)

Warmblütige, mehr oder minder beha… Wirbelthiere, welche Luft durch in der B… höhle gelegene Lungen athmen, leben… Junge gebären und dieselben durch die… sonderung der nach außen sich entleeren… Milchdrüsen aufsäugen. Brust- und Ba… höhle sind durch eine quere, musk… Scheidewand, das Zwerchfell, getrennt.

Die Körperformen sind sehr verschieden, lassen … meistens wenigstens drei Regionen unterscheiden: … Hals, Stamm, der die beiden Haupteingeweide… enthält und sich nach hinten in den Schwanz … Die Achse des Stammes wird meist horizont… tragen und richtet sich nur in den menschenähnl… Affen auf, um endlich im Menschen die … Stellung zu erlangen. Von der spindelförmigen … gestalt der Wale aus gehen die Formen bis zu … Menschen zahlreiche Abwechselungen ein, bei w… indeß meistens als Princip feststeht, daß der K… auf den Extremitäten frei schwebend über der … getragen wird.

Die Haut besteht aus einer zelligen Ob… (Epidermis) und einer Gefäße und Nerven … Lederhaut (Cutis). An der erstern läßt sich … eine mehr verhornte, äußere Schicht und eine … Schleimschicht unterscheiden, in deren weichen … häufig Farbstoffe abgelagert sind. Die Le… stellt zuweilen ein grobmaschiges, von Fe… drungenes Gewebe dar, wird aber in an… äußerst dicht und fest. Die Haare sind … gemein und bedecken meist den ganzen Kör… in Ausnahmefällen (Wale) sind sie auf geringe … stellen, z. B. die Lippen, beschränkt. Sie entwi… sich in einer besondern Einsenkung der … (Haarbalg), die oft bis unter die Lederhaut hin… und sitzen mit einer zwiebelartig verdickten Wurz… einem gefäßreichen Wärzchen auf, von welchem … das Wachsthum des Haares fortschreitet. Man unter… scheidet: Flaumenhaare, fein und gestreckt; Wollh… fein und spiralig gedreht; Stichelhaare, mehr … minder grob und gerade; Borsten und Stacheln, … aus den Stichelhaaren durch zunehmende Verdickung … hervorgehen. Häufig, besonders an den Lippen, den … Ohren u. s. w. entwickelt sich der Nervenapparat des … Haarbalges bedeutend und bildet so die Tasthaare … (Schnurrhaare an den Lippen), welche offenbar Tast… empfindungen vermitteln. Außer diesen allgemein … verbreiteten Haarbildungen entwickelt die Oberhaut noch … durch Verdickung und Verhornung, und zwar mit Aus… nahme der Wale ebenso allgemein an den Enden der …

Gliedmaßen Gebilde, welche mit der Lebensweise der Thiere in engster Beziehung stehen und die wir als Plattnägel (Unguis lamnaris), Kuppnägel (Unguis regularis), Krallen (Fulcula) und Hufen (Ungula) unterscheiden. Weniger allgemein sind Schwielen an verschiedenen, besonderm Drucke ausgesetzten Körperstellen, welche sich zu Schuppen oder zu Hornbedeckungen von Knochenauswüchsen oder selbständigen Hörnern entwickeln können. Stets finden sich in der Haut Drüsen, von welchen die einen (Talgdrüsen) meist in den Haarbalg selbst einmünden und das Haar gewissermaßen einölen, die andern (Schweißdrüsen) häufiger fehlen. In vielen Fällen entwickeln sich an besondern Körperstellen, oft in besondern Ausladungen der Haut, Drüsen, die meist eine mehr oder minder übelriechende Schmiere absondern und häufig mit der Geschlechtsfunction in Beziehung stehen.

Das Skelet besteht aus Knochen, welche eine festere Rindenschicht und innere mit Mark gefüllte Zellen besitzen. Die letztern dehnen sich in den Röhrenknochen der Extremitäten gewöhnlich zu einer einzigen Höhle, der Markhöhle, aus. Der Kopf wird aus dem Schädel und dem Unterkiefer, der daran beweglich angeheftet ist und von unten nach oben, freilich mit größerer oder geringerer seitlicher Abweichung, wirkt, gebildet. Der Schädel, dessen Knochen durch Nähte miteinander verbunden sind, die nur im Alter oder auch (beim Schnabelthiere) früher verwachsen, ist an dem Hinterhaupte durch zwei Gelenkhöcker, die neben dem großen Hinterhauptsloche stehen, mit der Halswirbelsäule eingelenkt. Er besteht aus zwei Theilen, der das Gehirn umgebenden Hirnkapsel und dem Gesichtstheile, welcher die Sinnesorgane und den Eingang der Verdauungs- und Athemhöhlen umschließt. Keilbein und Hinterhauptsbein verschmelzen fast bei allen früh; die Stirnbeine dagegen, welche oft Zapfen von Hörnern oder Rosenstöcke von Geweihen tragen, und die Zwischenkieferbeine nur bei den höchsten Ordnungen oder erst in spätem Alter. Das Verhältniß zwischen Gehirnkapsel und Gesicht ist sehr wichtig — je weiter vom Menschen abwärts, desto geringer wird erstere im Verhältniß zu letzterm. Die Halswirbelsäule besteht mit äußerst geringen, nur bei Faulthieren vorkommenden Abweichungen stets nur aus sieben Wirbeln; auf dem ersten, Atlas, bewegt sich der Kopf beim Aufheben und Niedersenken mittels der beiden Gelenkfortsätze des Hinterhauptes; die seitliche Bewegung des Kopfes geschieht, indem der Atlas mit dem Schädel sich um einen vorspringenden Zahn des zweiten Wirbels dreht. Die Zahl der rippentragenden Rückenwirbel wechselt zwischen 10—23; sie haben meist, besonders im Nacken, hohe Dornfortsätze; die Rippen erreichen nicht alle das Brustbein; nur die vordern sind mit demselben durch Gelenke, die hintern durch platte Knorpelstäbe verbunden; die letzten, sogenannten falschen Rippen sind nur an den Wirbeln eingelenkt. Die Lendenwirbel (2—9) haben breite Querfortsätze; die Kreuzwirbel (3—9) sind meist verwachsen; die Schwanzwirbel wechseln außerordentlich an Gestalt und Zahl.

Mit Ausnahme der Cetaceen finden sich überall vier Extremitäten, deren Bau zwar einen allgemeinen Grundplan zeigt, der aber durch Anpassung an verschiedene Lebensweisen außerordentlich wechselnde Ausbildung zeigt. Auch bei den Cetaceen finden sich übrigens, im Fleische versteckt, sehr kleine Knöchelchen als Rudimente der hintern Extremität. Beide Extremitäten sind einander vollkommen homolog und nur dadurch verschieden, daß die obere mehr oder minder um ihre Längsachse gerollt ist. Sie bestehen aus dem Gürtel (Schultergürtel oder Becken), Mitteltheil (Oberarm und Unterarm; Oberschenkel und Unterschenkel) und Endtheil (Handwurzel, Mittelhand, Finger; Fußwurzel, Mittelfuß und Zehen). Gegenüber den andern Amnioten zeigt der Schultergürtel eine bedeutende Reduction, indem er gewöhnlich nur aus einem Knochen, dem Schulterblatte, besteht, und zwar immer da, wo der Vorderfuß nur als Stütze dient; sobald verwickeltere Bewegungen erzielt werden, welche die Hand als Greiforgan auftreten lassen, bildet sich das Schlüsselbein als eigener Knochen aus; ein Rabenbein (coracoideum) existirt nur bei den Kloakenthieren als Anklang der Reptilienbildung. Oberarm (humerus) und Oberschenkel (femur) sind meist kurz und im Fleische versteckt; der Unterarm und der Unterschenkel ursprünglich aus zwei Knochen: Elle (Ulna) und Speiche (Radius), Schienbein (Tibia) und Wadenbein (Fibula), gebildet, doch verschmelzen diese Knochen häufig, wenn die Zehenzahl abnimmt, sodaß Speiche und Wadenbein nur als dünne Griffelfortsätze erscheinen. Aehnliche, mit der Reduction der Zehenzahl in Verbindung stehende Reductionen kommen bei Hand- und Fußwurzel, sowie bei Mittelhand und Mittelfuß vor. Die Normalzahl der Zehen ist fünf, und es ist wahrscheinlich, daß dieselbe bei allen Embryonen wenigstens virtuell angelegt wird; in Wirklichkeit aber variirt die Zahl der Zehen von 5 bis 1, und zwar geschieht diese Reduction nach zwei abweichenden Richtungen. Bei den einen, den Paarzehern (Artiodactyla), geht die Reduction darauf hin, die zwei mittlern Finger allein übrig zu behalten und die andern nach und nach verschwinden zu lassen, wie bei den Wiederkäuern; bei den andern, den Unpaarzehern (Perissodactyla) verschwinden nach und nach alle seitlichen Finger, sodaß zuletzt nur die Mittelzehe den Boden berührt (Pferde). Die Mittelzahlen zwischen diesen beiden extremen Reductionen und der ursprünglichen Fünfzahl sind bald aus der einen, bald aus der andern Richtung hervorgegangen. Von besonderer Wichtigkeit erscheinen die Umbildungen der Extremitäten in Beziehung auf die Lebensweise und die Arbeitstheilung, die dadurch documentirt wird, daß nur das eine Extremitätenpaar zu bestimmten, das andere zu andern Zwecken benutzt wird, wie z. B. das vordere bei den Fledermäusen nur als Flugorgan, das hintere nur als Klammerorgan, oder das vordere beim Menschen nur als Greiforgan, das hintere nur als Stütz- und Bewegungsorgan. Auf die Bildung der Extremitäten stützt sich zu großem Theile die Klassifikation der Säugethiere, sodaß bei den einzelnen Ordnungen näher darauf eingegangen werden muß.

Das Centralnervensystem, aus Gehirn und Rückenmark bestehend, ist ebenso wie das peripherische System der Cerebrospinalnerven und des sympathischen Systems hoch entwickelt. Bei den niedersten Säugern (Monotremen und Beutelthiere) ist das Großhirn glatt und ohne Windungen, der Balken (Corpus callosum) rudimentär, Vierhügel und kleines Gehirn unbedeckt und letzteres namentlich in seinem Mitteltheile entwickelt, wie bei den Vögeln. Nach und nach treten die Furchungen und Windungen des Großhirns in verschiedener Richtung entwickelt auf und werden in ihrer Vermehrung und Ausbildung theils von der Ausbildung des Hirns selbst, wie von den Größenverhältnissen bestimmt. Die letzte Stufe der allmählichen Hirnentwickelung wird bei dem Menschen erreicht, wo die Hirnhemisphären das kleine Gehirn vollständig decken und überragen, Balken und Varolsbrücke wohl entwickelt, das Kleinhirn besonders in seinen Seiten-

theilen ausgebildet und die Windungen im höchsten Grade complicirt sind.

Die höhern Sinnesorgane sind stets paarig gebildet und am Kopfe gelegen; die Nasenhöhlen, die zugleich als Luftwege dienen, meist an der Spitze der Schnauze über den Lippen von knorpeligen und weichen Theilen beweglich umgeben, die innern Schleimhäute durch Faltungen complicirt. Nur bei den im Wasser lebenden Cetaceen ist die Nase nur Luftweg und nicht Geruchsorgan. Die Augen sind bei einigen unterirdischen Thieren gänzlich rudimentär und unter der Haut verborgen, bei andern nur klein, bei den Nachtthieren am größten; bei fast allen an den Seiten des Kopfes gelegen, sodaß die Sehachsen nur bei den höchsten Typen (Mensch, Affe) auf einen Punkt gerichtet werden können und dadurch stereoskopische Bilder möglich sind. Außer den beiden menschlichen Augenlidern ist das dritte am innern Augenwinkel (Nickhaut) meist mehr entwickelt. Die Pupille ist meist rund, bei Grasfressern, die Ebenen bewohnen, oft quer länglich, bei Kletterthieren (Katzen) häufig senkrecht oval. Das äußere Ohr fehlt selten und ist meist mit einer sehr beweglichen, zuweilen ungemein großen Ohrmuschel versehen, die von Knorpeln gestützt wird. Die Paukenhöhle mit der Kette der Gehörknöchelchen und der in die Rachenhöhle mündenden Eustachischen Trompete, die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Kanäle erreichen ihre höchste Ausbildung.

Der Eingang der Verdauungswerkzeuge, der Mund, ist meistens von weichen Lippen und Backen umgeben, in welchen letztern sich zuweilen Taschen zum Aufspeichern der Nahrung befinden. Nach oben wird die Mundhöhle durch den knöchernen und häutigen Gaumen von der Nasenhöhle getrennt, nach unten in dem Zwischenraume zwischen den beiden Aesten des Unterkiefers von der an ihrer Spitze und den Rändern meist freien Zunge geschlossen, die zuweilen auch als Greiforgan entwickelt ist. Zähne finden sich ursprünglich wahrscheinlich bei allen Säugern angelegt, kommen aber bei manchen (Wale, Schuppenthiere) nicht zur Entwickelung. Sie stecken fast immer in Zahnhöhlen (Alveolen) des Zwischen-, Ober- und Unterkiefers und sind mit geringer Ausnahme (Narwal) symmetrisch auf beiden Seiten und häufig auch oben und unten in gleicher Zahl und ähnlicher Gestalt ausgebildet. Nur bei den Säugethieren kommen zwei- und mehrwurzelige Zähne vor. Hinsichtlich des Alters gibt es, fast ohne Ausnahme, ein provisorisches Milchgebiß, das nach einiger Zeit abgeworfen und gegen ein definitives Gebiß umgetauscht wird. Das Milchgebiß ist gewissermaßen ererbtes Familieneigenthum und gleicht mehr dem definitiven Gebiß der Vorfahren; das definitive Gebiß ist der bestehenden Gattung eigenthümlich als Erwerb. Der Stellung und Form nach unterscheidet man: Gleiche Zähne, wo die ganze Zahnreihe dieselbe Form der Kronen zeigt (Delphine), und ungleiche Zähne. Unter diesen letztern unterscheidet man: Schneidezähne (Dentes incisivi), meist meißelförmig; sie stehen oben im Zwischenkiefer, unten an dem entsprechenden Theile des Unterkiefers; Eck- oder Hundszähne (Dentes canini), von Keil-, Haken- oder Hauerform, die, wenn entwickelt, über die andern Zähne hervorragen und in Lücken derselben eingreifen. Schneide- und Eckzähne haben stets entweder gar keine oder nur einfache Wurzeln. Backzähne (Dentes molares), meist zwei oder mehrwurzelig, mit flachen, stumpf- oder spitzhöckerigen oder schneidenden Kronen. Unter diesen unterscheidet man wieder die vordern, welche wie die Schneide- und Eckzähne gewechselt werden, als falsche Backzähne oder Lückenzähne (Dentes praemolares oder spurii) und die hintern echten Mahlzähne, die erst nach dem Milchgebisse hervortreten und keinem Wechsel unterworfen sind. Die meisten Zähne sind aus wenigstens zwei Substanzen, der eigentlichen Zahnsubstanz oder Elfenbein (Dentine) und dem außen dieselbe überkleidenden Schmelz oder Email zusammengesetzt, welcher nur auf der Krone und auch hier häufig nur auf der äußern Seite entwickelt ist. Bildet der Schmelz nur eine einfache Kruste, so heißen die Zähne einfach (Dentes simplices); dringen Falten von ihm nach innen ein, die auf den Mahlflächen erhabene Leisten oder Zeichnungen bilden, so nennt man sie schmelzfaltig (Dentes complicati). Häufig werden die Leisten selbständig und die von ihnen umschlossenen Theile durch eine besondere knochenartige Substanz, das Cement, zusammengehalten; in diesem Falle sind es zusammengesetzte Zähne (Dentes composita). Nur bei dem Menschen in der heutigen Schöpfung und bei dem ausgestorbenen Anoplotherium bilden sämmtliche Zähne eine festgeschlossene Reihe mit Kronen, die in derselben Ebene bleiben, bei allen andern Säugern finden sich Lücken, die entweder zur Aufnahme vorragender Zahnkronen, z. B. der Eckzähne, durch Auseinanderweichen oder dadurch gebildet werden, daß einzelne Zähne gänzlich ausfallen, z. B. die Eck- und Lückenzähne bei Nagern, die obern Schneidezähne bei Wiederkäuern. Nur selten gibt es Zähne (Monotremen, Ameisenfresser), die aus horniger Faserstubstanz gebildet sind und mehr Wucherungen der Oberhaut als wirklichen Zähnen gleichen. Die Betrachtung der Zähne und besonders des Verhältnisses des Milchgebisses zu dem definitiven Gebisse ist von äußerster Wichtigkeit sowol für die Systematik, als auch für die geschichtliche Entwickelung der einzelnen Säugethierformen.

Durch das Gaumensegel ist die Mundhöhle gegen die Rachenhöhle abgeschlossen, in welche von oben die hintern Nasenöffnungen (Choanen) einmünden, während nach unten und vorn die Stimmritze (Glottis) den Zugang zu dem Kehlkopfe und der Luftröhre vermittelt und ganz nach hinten, der Wirbelsäule unmittelbar anliegend, der Schlundkopf (Pharynx) mit der Speiseröhre (Oesophagus) die Nahrungsmittel nach dem Magen leitet, nachdem sie vorher in der Mundhöhle durch die Secrete verschiedener Speicheldrüsen durchfeuchtet wurden. Nur selten finden sich kropfartige Erweiterungen der Speiseröhre, dagegen ist der Magen häufig in mehrere Abtheilungen getheilt, was bei den Wiederkäuern den höchsten Grad erreicht. In den Dünndarm münden der von der mäßig großen Leber herkommende Gallengang, der entweder direct von der Leber ausgeht oder eine seitliche Ausstülpung, die Gallenblase, besitzt und der Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse (Pancreas). Der Pförtnertheil des Magens (Pylorus) ist meist durch eine Klappe gegen den langen Dünndarm, und dieser wieder gegen den Dickdarm ebenso verschließbar. - Am Anfange des Dickdarms findet sich ein mehr oder minder langer Blinddarm, der bei einigen Pflanzenfressern (Pferd) dem Magen an Größe gleichkommt. Der Mastdarm öffnet sich bei allen Säugern, mit Ausnahme der Kloakenthiere (Monotremen), gesondert hinter der Oeffnung des Urogenitalsystems.

Die Athemorgane beginnen mit dem Luftwege der Nasenhöhlen, der sich durch die Stimmritze, welche meist von einem Klappdeckel (Epiglottis) geschützt wird, in den Kehlkopf, die Luftröhre, die Bronchen und die Lungen selbst fortsetzt. Diese letztern bilden zwei frei in der Brusthöhle aufgehängte Organe, in welcher die Luftröhren sich bis zu den letzten, zellenähnlichen und

geschlossenen Enden verzweigen. Die Athemungen werden durch die Zusammenziehungen des chfells und der Muskeln des Brustkorbes verlt. Die Stimme wird in dem obern Ende des kopfes durch die Stimmritze und die daran angeten Stimmbänder erzeugt und häufig durch Nebenn des Kehlkopfes, die als Resonanz-Apparate n, verstärkt.

er Kreislauf ist stets vollkommen in seinen nen geschlossen und das Centralorgan der Bewng, das Herz, der Länge nach durch eine idewand in zwei Abtheilungen getrennt; das rechte für das Blut, welches vom Körper kommend in Lungen zur Athmung strömt, das linke Herz für Blut, welches von den Lungen zurückkehrt und den Körper vertheilt wird. Jede Herzabtheilung bt aus zwei Höhlen: den Vorhöfen, in welche Blut einströmt, den Kammern, aus welchen es trömt. In der Jugend werden beide Blutbahnen h Oeffnungen in der Scheidewand der Vorkammern ales Loch) und durch Verbindungswege zwischen ta und Lungenarterien (Botall'scher Gang) mitnder in Verbindung gesetzt; letzterer bleibt zuen bei tauchenden Säugethieren offen, bei allen igen aber schließen sich diese Oeffnungen nach der urt und nach vollständiger Herstellung der Luftnung. Die Blutkörperchen sind klein, scheibenmig, rund.

Die Nieren, nur selten in einzelne Lappen zerm (Bär, Seehunde), liegen zu beiden Seiten Wirbelsäule im Becken als bohnenförmige Körper) münden stets durch besondere Harnleiter in die rnblase, welche die Harnröhre entsendet, die bei beiden Geschlechtern in verschiedene Beziehung zu Geschlechtstheilen tritt und nur bei den Kloakenren in die Kloake selbst mündet.

Die Geschlechter sind überall getrennt und stets besondern Begattungswerkzeugen versehen, da Befruchtung innerhalb der weiblichen Organe gecht und lebendige Junge geboren werden. Die s paarig ausgebildeten Hoden liegen ursprünglich allen Säugern in der Tiefe der Beckenhöhle an r innern Seite der Nieren, behalten aber diese urringliche Lage nur bei den Walen, Kloakenthieren, dentaten, Elefant und Nashorn, bei den übrigen len sie sich durch den Leistenkanal in die Weichend unter die Haut und erhalten bei Beutelthieren, ledermäusen, Affen und Mensch einen freihängenden deusack, zu welchem sich (bei Carnivoren u. s. w.) nnichfache Uebergänge finden. Bei manchen Nagern gen sie nur zur Brunstzeit in den Hodensack. Aus n Hoden entwickelt sich durch den Nebenhoden der amenleiter, der durch den Leistenkanal zurück in die uchhöhle steigt und am Grunde der Ruthe jederls in die Harnröhre mündet, nicht ohne häufig bedere Nebenausfackungen (Samenblasen) gebildet zu den. Die Ruthe selbst zeigt in Form und Lage entliche Verschiedenheiten. Schwellkörper sind stets handen; zuweilen liegt sie hoch im Geschlechtsge verborgen und ist undurchbohrt, sodaß die amenleiter an ihrem Grunde sich öffnen (Monomen, Beutelthiere), in den meisten Fällen in einer der Mittellinie des Bauches angehefteten Scheide borgen und durch einen innern Ruthenknochen get; nur bei Fledermäusen, Affen und Menschen gt sie frei herab.

Die weiblichen Geschlechtstheile bestehen, mit snahme der Kloakenthiere, bei welchen, wie bei den geln, nur der linke Eierstock entwickelt und der e rudimentär ist, aus zwei in der Nähe der Nieren gelegenen Eierstöcken, in welchen die winzig kleinen, mit bloßem Auge nicht mehr sichtbaren Eier in größern, sackförmigen Kapseln, den Graaf'schen Follikeln, eingeschlossen und von Fasermasse umhüllt sind. Die Eileiter haben freie Oeffnungen, in welche die durch Bersten der Follikel freigewordenen Eier eintreten, um weiter nach außen zu wandern. Am Ende der Eileiter findet sich in den niedersten Formen je eine Erweiterung, eine Gebärmutter oder Uterus, welche bei den Kloakenthieren direct in die Kloake einmündet, bei den übrigen aber nach und nach von außen her zusammenschmilzt, sodaß aus dem doppelten Uterus, der noch bei Beutlern und Nagern vorhanden ist, ein zweihörniger mit gemeinsamem Endtheile (Wiederkäuer, Raubthiere), und zuletzt (Affen, Mensch) ein einfacher Uterus mit pyramidaler Höhle wird, in deren obere Zipfel die Eileiter einmünden. Die Gebärmutter öffnet sich in die meist einfache, nur bei den Beutelthieren doppelte und oft seltsam in Leierform ausgebildete Scheide (Vagina) die zwischen den äußern, meist spaltförmigen und mit weichen Schamlippen umgebenen Geschlechtstheilen nach außen sich öffnet und zur Aufnahme des Begattungsgliedes bestimmt ist. An der obern Ecke der Schamspalte befindet sich ein der Ruthe oft sehr ähnliches Wollustorgan, die Clitoris, an deren Basis die weibliche Harnröhre ausmündet. Das Ei wandert durch die Eileiter in den Uterus, verweilt dort längere oder kürzere Zeit, indem es durch die Ausbildung eines Mutterkuchens (Placenta) entweder in organische Verbindung mit den Wänden des Uterus tritt oder nicht, und wird nach größerer oder geringerer Ausbildung des Jungen durch die Geburt ausgestoßen. Nach der Geburt wird das Junge während einiger Zeit durch die Absonderung der Milchdrüsen (Mammae) mit Milch ernährt, die es aus den Zitzen saugt. Bei den Kloakenthieren fehlen die Zitzen ganz, bei den Walen sind sie äußerst kurz und in einer Rinne eingesenkt, bei den Beutelthieren am längsten und meist in einem Hautbeutel oder zwischen Hautfalten verborgen. Sie liegen symmetrisch bald ganz hinten in der Nähe der Schamspalte (Wale, Pferde), bei den meisten am Bauche, bei Fledermäusen, Seekühen, Affen, Mensch, an der Brust und entsprechen im allgemeinen der Zahl der Jungen, sodaß die geringste Zahl zwei, die höchste bis zwölf und mehr betragen kann.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint die Ausbildung des Jungen im Verhältniß zu dem mütterlichen Organismus. Das Ei, welches nur bei den Kloakenthieren eine ziemliche Größe erreicht, geht eine allgemeine Furchung ein und bildet durch dieselbe die Zellen, aus welchen sich der Embryo aufbaut. Dieser, in der bei Wirbelthieren gewöhnlichen Weise angelegt, bildet, wie bei allen höhern Wirbelthieren, ein Amnios oder Schafhaut, das ihn gänzlich einhüllt, und durch Ausstülpung eine Allantois oder Harnhaut, welche die Blutgefäße des Jungen nach außen leitet, bei Beutlern und Kloakenthieren aber die Wandung des Uterus nicht erreicht, sodaß hier gar keine Verbindung mit den mütterlichen Organen stattfindet und das werdende Junge nur aus der im Uterus ergossenen Sulze Stoff zum Wachsthum aufnehmen kann. Diese niedersten aller Säugethiere kann man demnach unter dem Namen der Säuger ohne Mutterkuchen (Aplacentaria) zusammenfassen. Bei allen übrigen aber erreicht die Allantois die Außenfläche des Eies und die Gebärmutterwandung und bringt dorthin Gefäßschlingen der Nabelarterien, welche durch Zotten auf der Oberfläche des Eies mit den Gefäßen der Gebärmutter derart in Verbindung treten, daß zwar der Kreislauf des Jungen

gänzlich von dem der Mutter getrennt ist, aber durch die feinen Gefäßwandungen hindurch ein beständiger Austausch der flüssigen und gasförmigen, im Blute aufgelösten Bestandtheile stattfinden kann. Auf diese Weise dienen die von der Allantois aus mit Gefäßen versehenen Zotten der Eihaut (Chorion) sowol zur Ernährung als zur Athmung, der Frucht.

Hinsichtlich der Anordnung dieser Zotten findet nun eine große Verschiedenheit statt. Bei den einen, den Zottenkuchlern (Villiplacentaria) stehen überall die Zotten bald einzeln, bald in kleine Wülste (Kotyledonen) vertheilt, auf der ganzen Oberfläche des Eies, was zugleich die Ausbildung einer von den Uteruswänden aus gebildeten Hülle, der hinfälligen Haut (Decidua), hindert, sodaß man diese Gruppe auch als Adeciduaten von den übrigen Säugern abtrennen kann. Bei diesen letztern erhalten sich die ursprünglich gefäßlosen, über das ganze Ei verbreiteten Zotten nur an einzelnen Stellen, nehmen dort die Gefäße der Allantois auf und bilden nun einen zusammenhängenden Mutterkuchen. Dieser selbst aber kann eine sehr verschiedene Gestalt annehmen. In einer großen Gruppe bildet er einen Quergürtel um das Ei, welches dadurch rundum an den Wänden des Uterus befestigt erscheint, sodaß nur die beiden, der Längsachse der Gebärmutter entsprechenden Pole freibleiben: Gürtelkuchler (Zonoplacentaria); bei einer kleinen, se ständigen Gruppe bildet der Mutterkuchen eine Haube oder Glocke auf dem einen Pole des Ei Glockenkuchler (Campanoplacentaria); endlich bei ei zahlreichen Gruppe bildet die Placenta eine kuch förmige Scheibe, die nur einen Theil der Eiwand nimmt, Scheibenkuchler (Discoplacentaria). allen diesen Gruppen findet die mehr oder min ausgebreitete Bildung einer vom Uterus ausgeben Hülle statt, sodaß man diese Gruppen als De duaten den übrigen entgegenstellen kann.

Wenn so zur Eintheilung größerer Gruppen Verhältniß zwischen Mutter und Frucht maßgebend so muß man zu weiterer Umgrenzung der Ordnung Familien, Gattungen und Arten andere Charak zu Hülfe nehmen, welche bei diesen Abschnitten se näher besprochen werden sollen. Je mehr die Bes schaft sich ausbildet, desto mehr wird auch bei Gruppirung die genetische Ausbildung der einzel Typen zu Hülfe genommen werden müssen: Gesichtspunkt, der bis jetzt wegen mangelnder De mente nur in wenigen Gruppen berücksichtigt wer kann.

Die dem jetzigen Stande der Wissenschaft e sprechendste Klassifikation der Säugethiere dürfte folgende sein:

Klasse der Säugethiere (Mammalia).

Unterklassen.	Legionen.	Unterlegionen.	Gruppen.		Ordnungen.
Monodelphia oder Placentalia.	(Deciduata.)	Scheibenkuchler (Discoplacentaria).	Vorderhänder (Primates.)	1 Zweihänder	(Bimana).
				2 Affen	(Quadrumana).
				3 Flatterthiere	(Chiroptera).
				4 Insektenfresser	(Insectivora).
				5 Nager	(Rodentia).
		Glockenkuchler (Campanoplacentaria).		6 Halbaffen	(Prosimii).
		Gürtelkuchler (Zonoplacentaria).		7 Raubthiere	(Carnivora).
				8 Robben	(Pinnipedia).
				9 Rüsselthiere	(Proboscidea).
				10 Scheinhufer	(Lamnungia).
	(Adeciduata.)	Zottenkuchler (Villiplacentaria).	Ungleichzeher (Perissodactyla).	11 Einhufer	(Solidungula).
				12 Vielzeher	(Polydactyla).
			Gleichzeher (Artiodactyla).	13 Schweinsthiere	(Chaeromorpha).
				14 Wiederkäuer	(Ruminantia).
			Fischsäuger (Natantia).	15 Seekühe	(Sirenia).
				16 Wale	(Cetacea).
				17 Zahnarme	(Edentata).
Didelphia oder Implacentalia.				18 Beutelthiere	(Marsupialia).
				19 Kloakenthiere	(Monotremata).

Unterklasse der Monodelphen.

Die Frucht tritt durch Ausbildung von gefäßreichen Mutterkuchenzotten in organische Verbindung mit den Gebärmutterwandungen und wird während längerer Zeit des Verweilens im Uterus durch Austausch mit dem Blute der Mutter ernährt. Der Balken des Gehirns ist vollständig entwickelt. Keine Beutelknochen am Becken.

Legion der Deciduaten.

Die gefäßhaltigen Zotten sind zu einem zusammenhängenden Mutterkuchen zusammengeschmolzen und eine hinfällige Haut vom Uterus aus gebildet.

Unterlegion der Scheibenkuchler (Discoplacentaria).

Der Mutterkuchen bildet eine Scheibe, die an einem bestimmten Orte auf der Oberfläche des Eies sitzt und durch den Nabelstrang mit der Frucht zusammenhängt.

Gruppe der Vorderhänder (Primates).

Der wesentlichste Charakter dieser höchsten Gruppe des Säugethiertypus besteht in der allmählichen Ausbildung wirklicher Hände mit gegenstellbarem Daumen an den vordern Extremitäten, der Entwickelung eines windungsreichen, voluminösen Gehirns, an welchem in dem von der Sylvi'schen Spalte umgebenen Raume eine besondere Gegend, die sogenannte Insel, sich entwickelt.

Erste Ordnung.

Zweihänder (Bimana).

Die Ordnung wird nur von einer einzigen Familie mit Gattung, dem **Menschen** (Homo) hergestellt. Die auszeichnenden Hauptcharaktere sind: Ueberwiegende Ausbildung des Gehirns und der Gehirnkapsel, unter welcher das Gesicht fast gänzlich geborgen ist; Zahnsystem aus den drei Zahnarten zusammengesetzt, ohne Lücken und mit auf gleicher Fläche sich haltenden Kronen; vollkommen durchgeführte Arbeitstheilung zwischen den Extremitäten, sodaß die hintern nur Stützorgane (Füße), die vordern nur Hände, d. h. Greiforgane sind; aufrechter Gang; artikulirte Sprache. Wir gehen auf diese Ordnung nicht näher ein, da die physische Betrachtung des Menschen einer andern Abtheilung zugetheilt ist.

Zweite Ordnung.

Vierhänder oder Affen (Quadrumana).

Kletterthiere mit Händen an allen vier Extremitäten, die nur zuweilen an den Vordergliedern nicht ganz ausgebildet sind. Vollständiges Gebiß mit kleiner Lücke für die hervorragenden Eckzähne; Backzähne unpfhöckerig. Augenhöhlenring geschlossen. Augen nach vorn gerichtet. Zwei Zitzen an der Brust.

Der **Körperbau im allgemeinen menschenähnlich**, schlank. **Dichtes Haarkleid mit Ausnahme einzelner** andrer Stellen **bei einigen. Die Arme meist länger** als die **Beine. Der Daumen an den Hinterhänden** stets **vollständig entwickelt; an den Vorderhänden zu**weilen rudimentär **oder ganz fehlend. Der Daumen** trägt **stets einen menschenähnlichen Kuppnagel**; die übrigen **Finger meistens.** Der **Schwanz** ist sehr verschieden **entwickelt**, bald **sehr lang und als Greif**schwanz mit **nackter unterer Endfläche** versehen, bald kurz oder **ganz rudimentär.** In der Jugend ist infolge der **geringern Entwickelung der Kiefer und des** Vorwiegens der **Gehirnkapsel der Kopf sehr menschen**ähnlich gestaltet; **mit zunehmendem Alter** treten die Kiefer mehr **hervor und auf dem Schädel entwickeln** sich, vorzugsweise **bei den Männchen, hohe Knochen**kämme zum Ansatz der kräftigen Beißmuskeln, wodurch das ganze Ansehen stets thierähnlicher wird. Man vergleiche, als **Beleg hierzu**, die Schädel des jungen Orang (Taf. 1, Fig. 1), des jungen **Schimpanse** (Fig. 3) und **Gorilla** (Fig. 5) mit dem Schädel des erwachsenen Gorilla-**Männchens** (Fig. 4). Das Gehirn, ganz nach dem Plane des menschlichen gebaut, steht indessen im Verhältniß seines Volumens zu demjenigen des Körpers, sowie in der Ausbildung der Windungen weit hinter dem menschlichen zurück; bei den meisten zeichnet es sich noch durch einen eigenthümlichen, am Hinterhirne befindlichen Klappdeckel aus. Die Hemisphären decken bei senkrechter Ansicht das Kleinhirn vollständig. Selbst die menschenähnlichsten Affen sind, wie ihr Skeletbau (Fig. 1) zeigt, nicht zum aufrechten Gange befähigt; sie bewegen sich in dieser Stellung nur schwerfällig am Boden fort, indem sie sich auf den äußern Rand der Hände stützen. Alle Affen sind in beiden Hemisphären auf die Palmenregion beschränkt; in Europa lebt nur ein Trupp Magots auf dem Felsen von Gibraltar. Sie sind Kletterthiere, die einen im Walde, die andern in felsigen Gegenden; nähren sich von Früchten, Samen, kleinen Thieren, Vögeln, Eiern, Insekten und halten sich in Trupps oder in einzelnen Familien zusammen, die von den ältesten Individuen geführt werden. Meist nur ein Junges, das zärtlich gepflegt wird. Die meisten sind in der Jugend gelehrig infolge des außerordentlich entwickelten Nachahmungstriebes, werden aber mit zunehmendem Alter tückisch, boshaft und zänkisch. Die Mütter pflegen ihre Jungen mit großer Liebe, und die Alten sind zur Vertheidigung derselben stets bereit. Während die zum Sprichwort gewordenen boshaften und liederlichen Eigenschaften den meisten gemein sind, zeigen indeß einige menschenähnliche Affen in der Jugend mehr Ernsthaftigkeit und gemüthvolle Seiten des Charakters. Es ist noch zweifelhaft, ob die ältesten Reste ausgestorbener Affen der ältesten Tertiärzeit angehören; in der Molassezeit kommen sie häufig auch in Europa vor.

Erste Unterordnung.

Schmalnasen (Catarrhini). Affen der Alten Welt.

Zahnformel wie beim Menschen: $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3}{3}$. 32 Zähne im ganzen. Schmale Nasenscheidewand. Niemals Greifschwänze. Alle Finger mit Kuppnägeln.

Familie der **Menschenaffen** (Anthropomorphi). Kein Schwanz, keine Backentaschen, keine Gesäßschwielen. Wir kennen drei Gattungen, welche durch verschiedene Charaktere dem Menschen sich nähern. Der **Gorilla** (Gorilla Ina) neuerdings in Guinea entdeckt, der größte Affe, über 2 Meter hoch, schwarz behaart mit menschenähnlichsten Extremitäten, aber am weitesten vom Menschen entfernter Schädel und Hirnbildung. Der Schädel in der Jugend rundlich, glatt (Taf. 1, Fig. 3 und 5); im Alter, namentlich beim Männchen, mit ungeheuern Leisten und Eckzähnen ausgerüstet, wodurch er pavianähnlich wird (Fig. 4). Wildestes Thier von Riesenstärke, noch nicht lebend nach Europa gebracht. Aus derselben Gegend der kleinere **Schimpanse** (Troglodytes niger, Fig. 2), ebenfalls schwarz, mit großen Ohren und Lippen, längern Armen, häufig jung nach Europa gebracht, von sanftem Naturell, im Schädel- und Zahnbau dem Menschen am ähnlichsten, da die Knochenleisten auf der Mitte des Schädels kaum zusammenkommen (Fig. 3). Der **Orang-Utang** (Simia satyrus, s. das Skelet, Fig. 1), $1\frac{1}{2}$ Meter hoch, mit ungemein langen Armen, die bei aufrechter Stellung zur Erde reichen, von rostrother Farbe, mit nackten Backenschwielen im Alter und menschenähnlichstem Gehirn, auf Borneo und Sumatra beschränkt, jung ebenfalls oft nach Europa gebracht. Alle sind Waldthiere und bedächtig in ihren Bewegungen.

Familie der **Gibbons** (Hylobatides.) Im übrigen den Menschenaffen ähnlich, aber mit kleinen nackten Gesäßschwielen am Hintern und ungeheuer langen Armen. Außerordentlich flink im Klettern und Springen, leben in den dichtesten Wäldern Ostindiens und der Sunda-Inseln.

Familie der **Schlankaffen** (Semnopitheci). Langer, sehr schlanker Körper, Glieder und Schwanz; kleine Gesäßschwielen, keine Backentaschen. Der Daumen zuweilen verkürzt oder rudimentär, besonders bei den afrikanischen Mitgliedern der Familie (Colobus), bei den Asiaten meist gut entwickelt. Der Magen ist dreitheilig, fast ähnlich demjenigen der Wiederkäuer. Der **Kahau** (Semnopithecus Nasua, Fig. 6) merkwürdig durch seine nur durch Knorpel gestützte, verlängerte Nase.

Familie der **Meerkatzen** (Cercopitheci). Meist schlanke Formen mit langem Schwanze und Gesäßschwielen, wie die vorigen, aber mit Backentaschen. Die echten Meerkatzen nur in Afrika; in Afrika und

Asien auch die Macaken mit oft verkürztem Schwanze und kräftigem Körperbau, zu den Pavianen hinüberführend. Zu dieser Uebergangsgruppe gehört der Magot (Inuus ecaudatus, Fig. 8), der Affe der Kamelführer, der einzige europäische Affe, der indessen früher ebenso weit verbreitet war auf dem Nordrande des Mittelmeers, als die Palmen reichen, während die südafrikanische Mona (Cercopithecus Mona, Fig. 7) ein Repräsentant der echten, schlanken Meerkatzen ist.

Familie der Paviane (Cynocephali), Felsenaffen von gedrungenem, starkem Körperbau, mit hundsähnlicher Schnauze, fürchterlicher Bezahnung, besonders mit riesigen Eckzähnen und stark entwickelten Knochenkämmen am Schädel (Pavian, Cynocephalus Sphinx, Fig. 10), die sich dem wildesten Raubthiercharakter gleichstellen. Schwanz mittellang, kurz oder selbst rudimentär. Backentaschen, große nackte Gesäßschwielen und Wangen, oft lebhaft roth und blau gefärbt. Starke, wilde Thiere, mit wenigen Ausnahmen in Afrika heimisch: der Mandrill (Cynocephalus Mormon, Fig. 9) an der Westküste; andere, zum Theil durch die altägyptischen Darstellungen schon bekannte Arten (der Mantelpavian, Cynocephalus hamadryas, wurde göttlich verehrt), im östlichen Afrika.

Zweite Unterordnung.

Breitnasen (Platyrrhini). Affen der Neuen Welt.

Die breite Nasenscheidewand trennt die beiden, oft röhrenförmig zur Seite stehenden Nasenlöcher. 36 Zähne, ein Lückenzahn mehr. $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$. Eck- und Backenzähne kleiner als in der vorigen Unterordnung. Niemals Backentaschen oder Gesäßschwielen; stets langer Schwanz; Vorderdaumen oft rudimentär; Kuppennägel an allen Fingern; oft Greifschwanz; häufig Resonanztrommeln am Kehlkopf. Nur Baumaffen; in geistiger Beziehung hinter den vorigen zurückstehend.

Familie der Rollaffen (Gymnuri). Auf der untern Fläche nackter Greifschwanz, der zum Anheften und Schleudern des Körpers dient. Hierher die Brüllaffen (Schwarzer Brüllaffe, Mycetes niger, Taf. 1, Fig. 11) von mehr gedrungener Körpergestalt, mit großen Stimmtrommeln am Kehlkopfe, die nachts in den südamerikanischen Wäldern ein unerträgliches Geheul ausstoßen; die schlankern Kapuzineraffen (Cebus Apella, Fig. 13), mit oft sonderbarem Haupt- und Bartbaar; die den Schlankaffen entsprechenden Spinnenaffen (der Koaita, Ateles paniscus, Fig. 12), ohne Daumen an den langfingerigen Vorderhänden.

Familie der Schweifaffen (Pithecidi). Mit überall behaartem Schwanze, sonst den andern gleich. Hierher der Nachtaffe (Nyctipithecus trivirgatus, Fig. 14) aus Guyana, bei dem durch die Entwickelung der eulenartigen großen Augen die Nasenscheidewand schmal geworden ist.

Dritte Unterordnung.

Krallenaffen (Arctopitheci).

32 Zähne, wie bei den Schmalnasen, aber drei Lückenzähne und nur zwei Backzähne: $D\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{2}{2}$. Kleine südamerikanische, dicht behaarte, langsame Aeffchen mit spitzhöckerigen Backzähnen, die sich denjenigen der Insektenfresser nähern. Nase sehr breit; Nasenlöcher seitlich. Der Daumen nur an den Hinterhänden opponirbar, und auch hier nur mit einem Kuppnagel bedeckt; die übrigen Finger sämmtlich mit Krallen bewaffnet. Schwanz sehr lang, bebuscht; häufig Haarpinsel an den Ohren, Mähnen u. s. w. Gegen Kälte sehr empfindliche niedliche Thierchen aus der heißesten Baumzone Südamerikas, die sich hauptsächlich von Insekten nähren. Das dichte Wollhaar hat einen seidenartigen Glanz. Quiekende Stimme, daher der Name einer Art, des Uistiti (Jacchus vulgaris, Taf. 1, Fig. 1).

Dritte Ordnung.

Flatterthiere (Chiroptera.)

Flatterthiere mit einer zwischen verlängerten Fingern und Armen ausgespannten Flughaut und vollständigem Gebiß. Zwei Zitzen an der Brust.

Eine durchaus abweichende Ordnung, die sich vom größten Theil aus den Insektenfressern hervorgebildet haben mag, indessen schon im obern Eocen der Tertiärzeit (Gips von Montmartre) versteinerte Ueberreste hinterlassen hat. Der wesentlichste Charakter der im Zahnbau sehr abweichenden Thiere besteht in der Einrichtung zum wirklichen Fliegen, das bei manchen Arten dem der Schwalbe an Schnelligkeit und Leichtigkeit nicht nachsteht. Vor allem sind es die vordern Extremitäten, deren Bau durchaus eigenthümlich ist (Taf. 2, Fig. 8). Der Schultergürtel ist durch ein mächtiges Schlüsselbein (a) festgestützt auf das lange mit einem mittlern Kamm versehene Brustbein, so daß diese Structur entfernt derjenigen der Vögel ähnlich wird. Oberarm (o) und Vorderarm (n) sind lang, die Handwurzel (m) kurz und rudimentär, der Mittelhand. An ihr sitzt der mit einer Kralle versehene kurze Daumen (t) und die vier sehr langen und dünnen Finger (k), deren Endglied (i) spitz ausläuft und keine Kralle trägt. Die Rippen sind nicht durch Knorpel, sondern durch Knochen mit dem Brustbein verbunden; das lange und schmale Kreuzbein ist verwachsen; die Hinterbeine, Schenkel (d) und Unterschenkel (e) lang und dünn, Handwurzel (f) und Mittelhand (g) wieder sehr kurz und rudimentär, mit fünf Zehen (h) mit krummen Krallen bewaffnet. Der Schwanz (c) bald kürzer, bald länger. Die Flughaut (b) spannt sich zwischen der Seitenwand des Körpers, dem Arme, Vorderarme, den vier Fingern, dem Schenkel und Unterschenkel aus und läßt in manchen Fällen den Schwanz bloß oder umhüllt ihn ganz in andern. Durch das Zusammenlegen der Flughaut der Arme und Beine wird sie in der Ruhe an den Körper gepreßt, den sie mantelartig umhüllt. Beim Kriechen stützt sich die Fledermaus auf die Daumenkrallen und schiebt den Körper mittels der Hinterfüße nach (Fig. 1). In der Ruhe hängt sie an den Krallen der Hinterfüße, mit dem Kopfe nach unten, in die Flughaut wie in einen Mantel gehüllt (Fig. 10). So eingehüllt trägt sie auch das Junge, solange es gesäugt wird, und beim Fluge krallt sich dasselbe an die Mutter an. Alle Fledermäuse sind nächtliche Thiere, die tags über in Schlupfwinkeln, Höhlen, hohlen Bäumen, Kaminen, auf Speichern u. s. w. schlafen und bei sinkendem Tageslichte oder in der Nacht nach Nahrung umherfliegen. In nördlichen Klimaten fehlen sie ganz; in den übrigen Gegenden bringen sie die Zeit, wo sich keine Nahrung für sie findet, bei uns den Winter, oft in ungeheuern Massen in ihren Schlupfwinkeln schlafend zu. Wir erkennen zwei durch wesentliche Unterschiede in Bau, Bezahnung und Ernährung verschiedene Unterordnungen.

Erste Unterordnung.

Fledermäuse (Insectivora).

Der Kopf ist rund, das Maul weit gespalten, die Lefzen kurz, die Augen klein, zuweilen fast versteckt, der Tastsinn dagegen sehr entwickelt und meist auch durch vergrößerte Ohren, blattförmige Aufsätze auf und an der Nase unmittelbar verstärkt. Die Bezahnung (Taf. 2, Fig. 13, 14) ist ganz diejenige der Insektenfresser, nämlich mit der Ausnahme, daß gewöhnlich hinter den scharf schneidenden Schneidezähnen, die indessen bei vielen namentlich im Oberkiefer leicht ausfallen, spitze und lange, hakenförmig gekrümmte Eckzähne stehen, welche bei einigen, z. B. den Vampyren, so weit nach vorn rücken, daß sie den Platz von Schneidezähnen einnehmen. Die Lücken- und Backzähne sind stets mit scharfen, spitzen Zacken besetzt, welche etwa wie die doppelt geschränkten Zähne einer Säge sich ausnehmen und von oben nach unten ineinandergreifen. In der Entwickelung und Zahl dieser Zähne herrscht manche Verschiedenheit, wie aus den beiden gegebenen Figuren hervorgeht. Die Augenhöhlen am Schädel sind nicht geschlossen, sondern nach hinten gegen die Schläfe geöffnet, selbst wenn sie ringförmig begrenzt sind. Bei vielen ist die Ohrecke (tragus) zu einer eigenthümlichen Ohrklappe entwickelt und ebenso die Gegenecke (antitragus) in mannichfacher und oft bizarrer Weise ausgebildet. Die häutigen Fortsätze auf der Nase nehmen oft sehr sonderbare Gestalten an, und wenn auch diese Theile nach den neuesten Untersuchungen keine speciellen Tastorgane ausgebildet haben, so beweist doch ihr Nervenreichthum, sowie die Versuche Spallanzani's, daß sie ein feines Tastgefühl besitzen. Eine geblendete Fledermaus vermeidet ebenso geschickt Fäden und andere im Raume befindliche Gegenstände beim Fluge, als eine solche, die noch ihre Augen hat, während sehende Fledermäuse, welchen Ohren und Nasenfortsätze gestutzt sind, leicht anrennen.

Einige Fledermäuse tropischer Gegenden saugen Blut, alle aber nähren sich, und die hiesigen ausschließlich, von Insekten, welche sie im Fluge wegfangen. Die europäischen Arten sind deshalb ohne Ausnahme höchst nützliche Thiere, welche ununterbrochen während des Sommers der Jagd nach den schädlichen Nachtinsekten obliegen und also denselben Dienst thun, wie die Schwalben am Tage.

Familie der Blattnasen (Histiorhina). Die Nase ist mit blattförmigen Anhängen geziert, die meist aus einem hintern, größern, leier- oder lanzettförmigen, senkrecht gestellten Blatte, seitlichen Anhängen und einem vordern Quersattel bestehen. Der Zwischenkiefer ist sehr klein, in der Mitte besetzt, nicht mit dem Oberkiefer verwachsen, der Unterrand der Ohren vom Außenrand durch einen Einschnitt getrennt, die Ohrklappe nicht immer entwickelt. Hierher gehören die südamerikanischen blutsaugenden Formen, bei welchen die starken Eckzähne, womit sie die Haut der Thiere anschneiden, stark nach vorn gerückt sind, der Vampyr (Phyllostoma spectrum, Kopf desselben, Fig. 9) mit einem Nasenaufsatz, der einem Hellebarteneisen gleicht, von einem halben Meter Flugweite und platter Zunge, und die Blutsauger (Glossophaga), deren lange wurmförmige Zunge sich zu einer Art Saugröhre umkrämpen kann. In unsern Gegenden gehören die meist in Wäldern fliegenden und nur Insekten fressenden Hufeisennasen (Rhinolophus, Schädel derselben, Fig. 13) dazu.

Familie der Glattnasen (Gymnorhina). Die Nase glatt, ohne Aufsätze, das Gesicht mausähnlich. Ohren und Ohrklappen sehr veränderlich, bald sehr groß, bald gewöhnlich entwickelt. Der Zwischenkiefer in der Mitte tief ausgebuchtet, mit dem Oberkiefer verwachsen. Die Ohrfledermaus (Plecotus auritus, hängend Fig. 10, fliegend Fig. 11) geht unter allen europäischen Arten am weitesten nördlich; die große Speckmaus (Vesperugo noctula, Skelet, Fig. 8) erreicht über 1 Fuß Flugweite; die gemeine Speckmaus (Vespertilio murinus) siedelt sich besonders gern in Kaminen an und wird fälschlich deshalb beschuldigt, den Speck anzuschneiden; die Mopsfledermaus (Synotus barbastellus, Fig. 12, Schädel Fig. 14), die wir kriechend abbilden, fliegt vorzugsweise an Sümpfen und stehenden Gewässern.

Zweite Unterordnung.

Früchtefresser (Frugivora).

Die Einrichtung für den Flug ist dieselbe, sonst aber der Bau gänzlich verschieden. Der lange isolirte Daumen trägt eine Kralle, der in den Flügel eingeschlossene Zeigefinger ebenfalls. Der Kopf ist hundeartig in der Form (daher auch der Name Flederhund); keine Spur von Ansätzen an Nase oder den hundeartig gebildeten Ohren ohne Klappe und Gegenecke. Der Schwanz nur rudimentär. Das Gebiß gänzlich verschieden. Die Schneidezähne fallen leicht aus, die Eckzähne sind nicht sehr bedeutend, stumpf, die Backzähne stumpfhöckerig, eher denjenigen kleiner Affen oder Dickhäuter, als denen der Fledermäuse ähnlich. Es sind verhältnißmäßig große Thiere, die bis zu 1 Meter und mehr Flugweite erreichen, rauhen Pelz haben und nur in den Tropenwäldern Afrikas, Ostindiens und Neuhollands vorkommen, wo sie von Früchten leben. Sie versammeln sich in großen Scharen zum Tagesschlafe auf besondern Lieblingsbäumen, richten oft großen Schaden in Pflanzungen an, werden ihres schmackhaften Fleisches wegen geschätzt und sogar in besondern Behältern gemästet. Die bekannteste Art ist der fliegende Hund oder Kalong (Pteropus edulis, Taf 2, Fig. 7), der im Indischen Archipel zu Hause ist und neuerdings öfter lebend nach Europa gebracht wurde.

Vierte Ordnung.

Insektenfresser (Insectivora).

Scheibenkuchler mit langer spitzer Schnauze, allen drei Arten von Zähnen, kleinen Eckzähnen, einspitzigen Lückenzähnen, mehrspitzigen Backzähnen und bauchständigen Zitzen. Ausgebildete Schlüsselbeine, Zehen mit Krallen bewaffnet. Sohlengänger. Windungsloses Gehirn, Augen stets klein, oft verkümmert.

Die kleinen Raubthiere, welche diese Ordnung zusammensetzen und fast alle ein nächtliches Leben, zum Theil unter der Erde führen, haben alle einen langgestreckten Kopf, dessen Schnauze oft noch durch einen Rüssel verlängert wird, gedrungenen Körperbau, meist kurze, kräftige Füße, die platt auf den Boden mit der ganzen Sohle aufgesetzt werden. Die Zähne sind oft sehr zahlreich, wodurch sich das Gebiß manchen Beutelthieren nähert, und sehr verschieden gebildet im einzelnen, während im ganzen die Spitzhöckerform vorherrscht. Die Schneidezähne bald sehr klein, bald einer derselben sehr groß, sodaß er die Stelle des stets unbedeutenden Eckzahns vertritt, häufig in der Unterkinnlade fast wagerecht nach vorn gestreckt (Spitzmäuse); die Lückenzähne klein, einfache Spitzen, die Backzähne mit drei bis fünf Spitzen, meist in zwei Reihen geschränkt und von oben nach unten ineinandergreifend. Die Vorderbeine meist frei beweglich und

das Schultergelenk durch ein vollständig ausgebildetes Schlüsselbein gestützt, wie bei den höhern Nagern, welchen die Thiere auch durch das windungslose, glatte, das kleine Gehirn nicht bedeckende Großhirn sich anschließen. Einzig der Tastsinn bedeutender entwickelt; die Augen bei den unterirdischen Arten fast ganz verkümmert oder sehr klein; die Ohrmuscheln zuweilen ganz fehlend. Die Geschlechtstheile nagerartig, mit sehr großen Samenblasen beim Männchen. Hierdurch, sowie durch den Bau des Mutterkuchens, des Gehirns, die Anwesenheit der Schlüsselbeine, die freiere Beweglichkeit des Kiefergelenks und die Anordnung der Zähne, unterscheiden sich die Insektenfresser scharf von den Raubthieren, mit denen man sie früher zusammenstellte. Es sind nächtliche oder doch versteckt lebende Thiere beider Hemisphären, die paarweise sich halten, außerordentlich gefräßig sind und vorzugsweise von Würmern und Insekten, aber auch von Eiern und kleinen Vögeln leben.

Familie der **Maulwürfe** (Talpida). Körper cylindrisch zum Graben und Wühlen unter der Erde eingerichtet. Vorderbeine kurz, dick, die breite Hand, deren Zehen theilweise verwachsen sind, nach außen gestellt und häufig noch mit einem besondern Sichelknochen auf der Außenseite versehen, der ihre Fläche vermehrt; Brustmuskeln sehr kräftig an einem Kamme des Brustbeins sich anheftend; im Nackenbande und im Rüssel ein eigener Knochen oder Knorpel, der die Kraft des Kopfes (Taf. 2, Fig. 18) beim Wühlen vermehrt. Zähne sehr zahlreich (44 bei unserm Maulwurf, dessen Zahnformel: $D\frac{3}{4}$; $C\frac{1}{1}$; $M\frac{7}{6}$); Hinterfüße schwach, fünfzehig; Schwanz kurz oder länger; Haar seidenartig weich. Unser **Maulwurf** (Talpa europaea, Fig. 17) mit kleinen, im Pelz versteckten Augen, grauem Seidenhaar und kurzem Schwanze, legt sich eine künstlich construirte Wohnung in einiger Entfernung von seinem Jagdrevier, zu dem er durch eine Laufröhre gelangt, einige Fuß unter der Erde an und jagt besonders nach Engerlingen und Regenwürmern, durch Auswühlen von Jagdröhren, die mittels ausgeworfener Erdhaufen bezeichnet sind. Dadurch kann er an einigen Orten unbequem werden; durch Vertilgung der Insektenlarven, Würmer und Schnecken ist er aber stets nützlich. Wir bilden außerdem den **canadischen Maulwurf** ab (Condylura cristata, Fig. 23) der durch längern Schwanz und die Sternscheibe an dem Rüssel sich auszeichnet.

Familie der **Spitzmäuse** (Soricida). Kleine, mausartige Thiere mit nacktem oder wenig behaartem Schwanz, riechenden Bisamdrüsen auf der Seite des Körpers oder an der Schwanzwurzel; rauhem Haar, das zuweilen mit stachelähnlichen Borsten untermengt ist. Zahnsystem sehr verschieden; bei fast allen die Schneidezähne des Unterkiefers groß und fast wagerecht, diejenigen des Oberkiefers dagegen fallen bei den einen früh aus, während sie bei den andern durch Größe und Form die Eckzähne ersetzen und bei andern diese letztern scharf und spitz sind; die Backzähne verschmelzen oft in eine Masse, die wie eine Mauer mit Zinnen auf dem Kiefer aufsitzt; die scharfen Spitzen nutzen sich bei andern so ab, daß Pflanzennahrung angedeutet ist. Die Thierchen leben in Löchern, sind besonders bei Nacht thätig, fallen nicht in Winterschlaf, nähren sich vorzugsweise von Insekten und deren Larven, sind also sehr nützlich; werden von den Katzen todtgebissen, aber nicht gefressen. Einige haben Schwimmhäute an den Hinterfüßen (Desman, Myogale), die meisten nicht. Unsere **Wasserspitzmaus** (Crossopus fodiens, deren Schädel wir abbilden, Fig. 20), gehört, obgleich meist in und an dem Wasser lebend, doch der zahlreichern Gruppe ohne Schwimmhäute an. Sie ist den Fischteichen sehr schädlich, da sie selbst größere Fische angreift. Zu ihnen gehört außer der gewöhnlichen **Spitzmaus** (Sorex araneus Fig. 19) auch das am höchsten in den Alpen sich erhebende Säugethier, die **Alpenspitzmaus** (Sorex alpinus, Schädel, Fig. 22), die noch über die Schneegrenze hinausgeht, und das kleinste bekannte Säugethier, die Zwergspitzmaus (Sorex pimaeus, s. minutus) mehr im südlichen Europa.

Familie der **Igel** (Erinacei). Borsten und Stachelhaare zwischen dem groben Stichelhaar. Kräftiger Körper, der meist mittels eines mächtigen, eine förmliche Haut darstellenden Hautmuskels gänzlich eingerollt werden kann, kurze Schnauze und Kopf. An dem Schädel (Fig. 16) fällt besonders auf, daß die mittlern Schneidezähne so wie Eckzähne entwickelt sind, während die Eckzähne sich nicht von den Lückenzähnen unterscheiden. Die Backzähne mehr stumpfhöckerig. Unsere **Igel** (Erinaceus europaeus, Fig. 15) halten in geschützten und selbstgegrabenen Höhlen Winterschlaf, nähren sich von Insekten, Schnecken, Mäusen, aber auch kleinen Vögeln, deren Nester sie zerstören. Abweichende Arten in allen Welttheilen, die sich nicht einrollen können.

Familie der **Springer** (Salientia). Afrikanische Spitzmäuse (der **Rohrrüßler**, Macroscelides typicus Fig. 21), deren lange und kräftige Hinterbeine zum Springen eingerichtet, doch nicht so ausschließlich ausgebildet sind, wie bei manchen springenden Nagern. Ihnen nahe steht die Familie der **Kletterigel** (Scandentia), ebenfalls südliche Formen, die wie Eichhörnchen in den Wäldern umher sich treiben.

Fünfte Ordnung.

Nager (Rodentia).

Scheibenkuchler mit meiselförmigen Schneidezähnen und schmelzfaltigen Backzähnen. Füße mit freien Zehen und Krallen.

Die zahlreichste aller jetzt lebenden Säugethierordnungen, sowol was die Zahl der Individuen, als auch was die Menge von verschiedenen Gattungen und Arten betrifft. Bei aller äußern Mannichfaltigkeit aber ist der Plan ihrer Organisation sehr einförmig und in seinen Einzelheiten so sehr übereinstimmend, daß es schwer hält, größere Abtheilungen von Familien herzustellen. Der Kopf ist meist rundlich mit in gewölbtem Stirnabfall, spitzer Schnauze, breiten Backen, deren Maß sehr häufig durch bedeutende Backentaschen vermehrt wird, in welchen die Thiere ihre gesammelten Vorräthe nach Hause tragen. Die kleine Mundöffnung befindet sich unter der spitzigen, gewöhnlich mit Schnurborsten gezierten Schnauze und zeigt sehr häufig die vorstehenden, scharfen Schneidezähne. Der Schädel mehr oder minder cylindrisch, gegen die Schnauze zu spitzt (Schädel des **Siebenschläfers**, Glis vulgaris, vgl. oben, Taf. 3, Fig. 6) ohne besondere hervorstehende ausgewirkte Leisten, die Jochbeine breit und flach, die Augenhöhle niemals gegen die übrigens schwache Schläfengrube abgeschieden. Am auffallendsten ist die Bezahnung (Schädel des **Bibers**, Fig. 8); oben wie unten finden sich im ganzen nur zwei lange, nach außen gekrümmte einfache Schneidezähne, deren hinterer Theil außerordentlich weit in die Kiefer hineinragt, sodaß oft die beide Wurzel dieser Schneidezähne unter den Backzähnen durchgreift; die nicht sehr harte Substanz dieser Zähne ist auf ihrer Außenfläche und nur auf dieser mit einer außerordentlich festen, oft gelblich gefärbten Schmelz-

t überzogen, sodaß die hintere Fläche durch das
gen bei weitem stärker abgenutzt wird und hierdurch
Zähnen, welche aus dem Kiefer beständig nach-
ien, eine meißelartige Zuschärfung stets erhalten
t. Hinter diesen außerordentlich charakteristischen
Backzähnen stehen weder Eck- noch Lückenzähne,
tern es folgt eine lange Zahnlücke und dann die
t geschlossene Reihe der hart aneinandergedräng-
Backzähne, welche ebenfalls in ihrer Structur viel
genthümliches besitzen. Diese Backzähne, deren Zahl
über sechs ansteigt und nicht unter zwei herabsinkt,
en eine prismatische Gestalt und ermangeln meist
r eigentlichen Wurzel. Bei manchen Gattungen
en sie nur einen einfachen Schmelzcylinder, dessen
alt mit Zahnsubstanz erfüllt ist, bei andern bildet
Schmelz einfache Falten nach innen, die stets in
Quere gerichtet sind und so harte Rippen dar-
en, die bei der vor- und rückwärtsgehenden Be-
gung der Kiefer, beim Nagen, zum Zermalmen der
en Futtergegenstände sehr förderlich sind; zuweilen
den diese Schmelzfalten äußerst complicirt und außer
vielfach gewundenen äußern Schmelzlage sieht
n dann noch innerlich auf der abgenutzten Mahl-
he, die stets horizontal ist, einzelne abgesonderte
melzinseln stehen (Backzähne der Ratte von oben,
. 17). So groß die Einförmigkeit des Zahn-
es im allgemeinen ist, so äußerst verschieden
: diese Faltungen der Schmelzsubstanz bei den
zelnen Gattungen und Familien der Nager.
t diesem Zahnbaue steht in Zusammenhang die
dung des Gelenkhöckers, mittels dessen der Unter-
er in der Schläfengrube eingelenkt ist. Während
den fleischfressenden Thieren, wo die Bewegung
n oben nach unten die wesentlichste ist, dieser Ge-
lenkzapf eine quere Walze darstellt, bildet er im Gegen-
zu bei den Nagern eine Längswalze mit bogen-
miger Krümmung, welche hauptsächlich nur die er-
lernte Bewegung von vorn nach hinten gestattet.
Man findet stets vier oder fünf Zehen, alle mit Krallen-
geln bewaffnet; die Beine selbst aber sehr verschieden
staltet, je nachdem die Thiere graben, schwimmen,
ufen, klettern oder springen. Die dichte Behaarung
eigt alle Zwischenstufen von dem feinsten Wollhaar
er Seidenmaus bis zu den Stacheln des Stachel-
reins. Die Schlüsselbeine bleiben bei den laufen-
n Gattungen rudimentär, sind aber wohlausgebildet
i allen, denen die Vorderfüße zum Halten des Futters
d zum Klettern oder sonst complicirten Bewegungen
enen. Alle leben von Pflanzennahrung, doch die-
nigen, die wie die Ratte stumpfe Höcker auf den
ckzähnen haben, nicht ausschließlich; die meisten
ten durch Benagen, Bohren von Gängen und Ein-
mmeln von Vorräthen großen Schaden an. Im
rigen sind es meist stupide und dumme Thiere,
ren Gehirn auch nur einen geringen Grad von
sbildung zeigt, indem es fast gar keine Windungen
sitzt und das kleine Gehirn meist vollständig unbedeckt
ist.

Familie der Siebenschläfer oder Bilche (Myoxida). niedliche, flinke Thiere, mit kräftigem Körper, stark uschigem Schwanz, die in Bäumen und Gebüschen ch ihrer aus Nüssen, harten Früchten, Insekten und iern bestehenden Nahrung umherklettern, sich vogel-nliche Nester bauen und in diesen einen langen Winterschlaf halten. Der Schädel (Fig. 6) von oben iehen, ist langgestreckt vorn, hinten mehr kugelig; r Blinddarm fehlt; die Backzähne sind wenig zahl-ich mit Querleisten versehen; an den Vorderfüßen in nagelloses Daumenrudiment, an den Hinterfüßen gegen ein deutlich abgesetzter Daumen mit plattem Nagel. Durch diese Charaktere schließen sie sich eng an die Halbaffen an. Der große Siebenschläfer (Glis vulgaris, Fig. 5) erreicht die Größe einer Ratte; die röthlichgelbe Haselmaus (Muscardinus avellanarius) kaum die einer Maus. Beide lassen sich leicht zähmen.

Familie der Eichhörnchen (Sciurida). Schöne, aber recht schädliche Baumthiere (wenigstens die unserer Gegenden), die von harten Sämereien, Vögeln, Eiern, Insekten leben. Buschiger Schwanz, Ohrpinsel, scharfe Krallen an allen Zehen, mit Ausnahme der Vorderfüße, die nur ein Daumenrudiment besitzen. Stumpfe Querhöcker auf den Backzähnen; vor den vier Mahlzähnen ein kleiner Lückenzahn. Schädel (Fig. 1) gedrungen; Backentaschen. Außer den besonders in Nordamerika zahlreichen Arten, die wie unsere Eichhörnchen (Sciurus valgaris, Fig. 2) auf Bäumen leben, finden sich andere, in Erdhöhlen wohnende Arten, von gedrungenerm Körperbau, mit Backentaschen, Erdhörnchen (Tamias) und Flughörnchen (Pteromys), bei welchen die Körperhaut eine zwischen den Beinen und den Körperseiten ausgespannte Flughaut bildet, die als Fallschirm dient.

Familie der Murmelthiere (Arctomyida). Erdthiere der nördlichen und gemäßigten Zonen, die in tiefen Löchern wohnen und sich von Samen, Wurzeln und Pflanzensprossen nähren. Sie haben oben fünf Backzähne, alle mit in Querreihen gestellten Höckern besetzt und mehr rundliche Schneidezähne, plumpen Körperbau und kurzen Schwanz, gleichen aber sonst den Eichhörnchen, zu welchen die Ziesel (Spermophilus) den Uebergang bilden. Das Alpenmurmelthier (Arctomys marmota, Fig. 3) hält sich in der waldlosen Gegend bis zur Schneegrenze und über dieselbe hinaus auf, pfeift in Gefahr und füttert seine Winterhöhle, in der es einen langen Winterschlaf hält, mit Heu aus. Der kleinere Bobac (Arctomys Bobac) ersetzt es im Osten, der Prairiehund (Cynomys), mit kläffender Hundestimme, in den Prairien Nordamerikas.

Familie der Wühlmäuse (Arvicolida). Drei wurzellose Backzähne in allen Kiefern, die aus dreiseitigen Prismen zusammengesetzt sind und bei der Abnutzung winkelige Schmelzfalten zeigen. Breite, plumpe Gestalten mit meist kurzen Schwänzen, dicken Köpfen, stumpfer Schnauze, alle ungemein schädlich. Hierher gehört unsere Wasserratte (Hypudaeus amphibius), mit behaartem Schwanze, die vortrefflich schwimmt und gern Fische und Krebse in Teichen und Kästen angreift; die verschiedenen Scherrmäuse (Arvicola, Schädel der Feldmaus, A. arvensis, Fig. 15), die durch Ansammlung von Wintervorräthen und Wühlen ähnlich dem Maulwurf in den Feldern große Verwüstungen anrichten; die im Norden verbreiteten Lemminge (Myodes Lemmus, Fig. 16), die überall häufig sind, zuweilen sich aber so sehr vermehren, daß ungeheuere, von Raubthieren aller Art verfolgte Massen auswandern müssen, die alles auf ihrem Wege verwüsten.

Familie der Mäuse (Murida). Vorderfüße vierzehig mit einem Daumenrudiment, durch entwickelte Schlüsselbeine zum Halten der Nahrung beim Fressen geeignet. Schädel langgestreckt; wenig zahlreiche Backzähne (Fig. 17, Backzähne der Ratte), zwei bis vier oben, zwei bis drei unten, bewurzelt und häufig mit stumpfen Höckern besetzt, die denen der Allesfresser gleichen. Auch sind gerade diese Arten am wenigsten auf Pflanzenkost angewiesen. Die untern Schneidezähne sind spitz, nicht meißelartig. Eine äußerst zahlreiche Familie, die man als eine Art Stammfamilie ansehen kann, welche durch ihre verschiedenen Gruppen sich an andere Familien anschließt; durch die Rennmäuse (Meriones) mit langen

Hinterbeinen an die Springmäuse, die afrikanischen Baummäuse (Dendromys) an die Eichhörnchen u. s. w. Unter den eigentlichen Mäusen mit langem, spärlich behaartem Schwanz, der schuppig geringelt ist, ohne Backentaschen, haben wir neben den Scherrmäusen die ärgsten Feinde: die große Wanderratte (Mus decumanus), mit braungrauem Rücken, welche erst seit 1727 über die Wolga von Osten her nach Europa gedrungen ist, jetzt die ganze Erde überschwemmt und bei uns die kleinere oben schwarzgraue Hausratte (Mus rattus) gänzlich verdrängt hat; die Hausmaus (Mus musculus), die Waldmaus (Mus sylvaticus, Fig. 14) u. s. w. Unter den mit Backentaschen versehenen Mäusen haben wir den im östlichen und südlichen Deutschland besonders schädlichen Getreidefeind, den Hamster (Cricetus vulgaris, Fig. 13), der nur noch bis Lothringen, aber nicht weiter nach Westen vorgedrungen ist, ein bissiges Thier, das in seinen Wintervorräthen bis zu einem Centner Getreide zusammenschleppt.

Die Familie der Taschenmäuse (Saccomyida), mit fünfzehigen Grabekrallen, dickem Kopf, großen äußern Backentaschen, entspricht in Nordamerika unsern Scherrmäusen. Die Prairien sind von der abgebildeten Taschenratte (Fig. 11) und verwandten Arten oft auf weite Strecken ganz unterwühlt.

Die Familie der Trugratten (Psammoryctida), die häufig Stacheln zwischen den Haaren tragen und von denen einige Arten die Größe eines Hasen erreichen, ersetzt dagegen in Südamerika und auf den Antillen unsere Ratten und Hamster. Die abgebildete Art (Ramsratte, Fig. 21) auf San-Domingo.

Familie der Stachelschweine (Hystricida). Vier Backzähne überall, Vorderfüße stets vierzehig, die hintern vier- bis fünfzehig. Schädel hinten abgestutzt und platt, mit einem ungeheuern Unteraugenloche; Schlüsselbeine unvollständig. Das europäische Stachelschwein (Hystrix cristatus, Fig. 18), das übrigens im ganzen Umkreise des Mittelmeeres verbreitet ist, lebt in Erdhöhlen und schrotet besonders gern dicke Knochen an, deren Mark es frißt. Sein fettes Fleisch ist nicht unbeliebt. Es gibt in Amerika auf Bäumen kletternde Stachelschweine, die einen langen am Ende geringelten Greifschwanz haben (Cercolabes).

Familie der Wollmäuse (Lagostomida). Niedliche Thiere mit feinem Wollpelz, buschigem Schwanz, lang behaarten Ohren, vollkommenen Schlüsselbeinen und verlängerten Hinterbeinen. Amerikanisch. Der Chinchilla (Eriomys laniger, Fig. 22), aus den Hochgebirgen von Peru und Chili, liefert ein geschätztes graues Pelzwerk. Sie bilden den Uebergang zu der

Familie der Springer (Dipoda), mit sehr verlängerten Hinterfüßen, deren Zehen theilweise reducirt und verwachsen sind, kleinen Vorderfüßen und langem, buschigem Schwanz, der als Balancirstange beim Springen dient. Nächtliche Wüsten- und Steppenthiere, meist in der Alten Welt. Die abgebildete Art (die Springmaus, Haltomys aegyptiacus, Fig. 12) in Aegypten.

Familie der Hasen (Leporida). Vor allen andern dadurch ausgezeichnet, daß hinter (nicht neben) den großen obern Schneidezähnen ein Paar kleinerer steht. Der harte Gaumen des Schädels durchbrochen und auf einen schmalen Mittelstreifen reducirt (Fig. 25, Schädel des Hasen). Hinterfüße lang, vierzehig, Vorderfüße kurz, mit fünf Zehen. Schwanz rudimentär. Der gewöhnliche Hase (Lepus timidus, Fig. 26), über ganz Europa verbreitet, ist von dem im Winter weiß werdenden Polar- oder Alpenhasen (Lepus variabilis) specifisch verschieden. Die Hasen graben keine Löcher, wohl aber die kurzbeinigern Kaninchen (Lepus cuniculus) die in vielen Gegenden, besonders im Süden und Westen gezüchtet werden, um des Fleisches und der Felle willen. Die Pfeifhasen (Lagomys) im Osten unterscheiden sich durch kurze Ohren und den ganz fehlenden Schwanz.

Familie der Biber (Castorida). Große Thiere mit ungeheuern Schneidezähnen, deren Schmelz orangegefärbt ist, und fünfzehigen Füßen, die hintern (Zehen) mit einer Schwimmhaut, während die Zehen der vordern (Fig. 9) frei sind. Der Schädel (Fig. 8) breit, mit sehr kräftigem Unterkiefer. Sie leben im Wasser, schwimmen und tauchen sehr geschickt, nähren sich besonders von Baumrinden und jungen Baumschossen. Früher über die ganze nördliche Zone der Alten und Neuen Welt verbreitet, ist der Biber (Castor fiber, Fig. 7) in Europa jetzt fast ausgerottet, findet sich aber noch häufig in Sibirien und in einer kleinern, aber nicht specifisch verschiedenen Art in Nordamerika. Er wird sowol des feinen Pelzes als auch des Bibergeils (Castoreum) wegen oft und in Fallen gefangen. Er unterscheidet sich durch den breiten, platten, mit Schuppen bedeckten Schwanz von dem Schweifbiber (Myopotamus) aus Südamerika, dessen Fell als amerikanisches Otterfell in den Handel kommt und der einen runden, grobbehaarten Schwanz hat. Der Biber selbst baut in Bächen und Strömen Dämme aus abgenagten Bäumen, die mit Schlamm belegt werden, und errichtet vor denselben seine backofenähnliche Kammer, in der je eine Familie lebt und deren Eingang unter dem Wasser ist. Wenig viel gestört werden, graben sie, wie der Schweifbiber, Löcher im Ufer. Das echte Castoreum wird nur von den männlichen Bibern aus zwei Säcken entnommen, die neben der Oeffnung der Ruthenscheide liegen.

Familie der Halbhufer (Subungulata). Die Zehen sind mit stumpfen, oben gekielten, fast hufartigen Krallennägeln besetzt, die Schlüsselbeine verkümmert, der Schwanz rudimentär; die Körperform sehr verschieden. Fleisch sehr geschätzt; südamerikanische Indianer. Das Aguti (Dasyprocta Aguti, Fig. 20), mit hasenartigen Füßen, hat die Lebensart des Hasen und wird, wie dieser, gejagt; das Paca (Coelogenys Paca, Fig. 23) ist ebenso wie das Wasserschwein oder Capybara (Hydrochaerus Capybara, Fig. 24) ein guter Schwimmer und hält sich an Flüssen und Bächen auf. Letzteres ist der größte Nager, ausgewachsen bis 1½ Meter lang. Das Meerschweinchen (Cavia Cobaya, Fig. 19), bei uns eingeführt und gezüchtet, zeichnet sich durch eine besondere Abweichung der Eibildung aus.

Unterlegion der Glockenkuchler.

Wenn schon früher von mehrern Seiten gewichtige Bedenken gegen die Stellung der wenigen, in der Ordnung vereinten Thiere, die man den Affen am meisten näherte, geltend gemacht wurden, die indessen nicht allgemein angenommen wurden, so ist jetzt durch die Entdeckung von A. Milne-Edwards, wonach die Placenta eine ganz eigenthümliche, glocken- oder haubenähnliche Form hat, welche dem einen Pol des Eies aufgesetzt ist, die Frage dahin entschieden, daß sie eine besondere Unterlegion bilden müssen, die vielleicht noch weiter zurückversetzt und fast in unmittelbare Nähe der Beutelthiere gebracht werden muß.

Sechste Ordnung.
Halbaffen (Prosimii).

Mehr oder minder vollständiges Insektenfressergebiß; Backzähne spitzhöckerig, einfach

aumen und große Zehe entgegenstellbar, r vierte Finger stets der längste, Augen- hlen nach hinten offen; Brust- und Bauch- ken.

Schädel gestreckt, die Augenhöhle zuweilen ring- umg umgeben, aber nicht nach hinten gegen die chläfengrube geschlossen (Schädel des Lori, Taf. 2, ig. 3), oder auch ganz offen nach hinten (Schädel des lug-Maki, Fig. 5). Thränenöffnungen, wie bei den nchthieren vor der Augenhöhle auf der Gesichts- che. Unterkieferäste in der Mitte getrennt. Die ren sind vorstehend, oft sehr groß, die Augen oft ebeuer, der Schwanz stets lang, mehr oder minder schig. Der Daumen ist an allen vier Extremitäten tgegenstellbar, mehr hinten und trägt einen platten gel; der Zeigefinger oft rudimentär und mit einer alle versehen (Fig. 2, Pfote des Lori); der vierte Finger t der längste; die übrigen Finger bald bekrallt, bald t platten Nägeln versehen. Das Gehirn glatt; die mipyhären das Kleinhirn nicht bedeckend; die Sylvi'sche palte kaum vorhanden; die Brücke sehr klein. Uterus eibörnig, sogar zuweilen mit getrennten Oeffnungen die Scheide. Hodensack und frei herabhängender nis. Haar wollig, das Gesicht behaart. Nächtliche ettherthiere, die sich in Wäldern von Insekten und üchten nähren; die meisten auf Madagascar, andere südlichen Afrika und auf den ostindischen Inseln.

Die Familie der Dünnfinger (Leptodactyla) ist bis- t nur durch die einzige Gattung Chiromys repräsentirt Fingerthier oder Aye-Aye, Chiromys madagasca- sis, Fig. 6), die nur äußerst selten auf Madagascar ge- den worden ist und die ein so natürliches Ueber- angsglied zwischen den Nagern und den Halbaffen det, daß sie je nach der Wichtigkeit, welche man m einen oder dem andern Charakter beilegte, von n verschiedenen Forschern bald zu der einen, bald der andern Ordnung gerechnet wurde. Der Schädel rund gewölbt, die Augenhöhlen vollkommen geschlossen, as bei keinem Nager vorkommt, der Schnauzentheil r Kiefer sehr kurz, das Gesicht im ganzen dem eines ichhörnchens ähnlich, mit welchem das Thier auch ständig im Gebisse übereinstimmt; es finden sich nlich bei dem erwachsenen Thiere oben und unten ei große meißelartige Nagezähne, auf welche eine ge Lücke folgt. Die Backzähne, deren sich drei in der Hälfte des Unterkiefers, vier in jeder des Ober- fers befinden, haben rundliche Querhöcker, die ziem- ch spitz sind. Im Milchgebiß finden sich dagegen ben und unten vier Schneidezähne, oben ein Eckzahn nd oben und unten zwei spitzhöckerige Lückenzähne, so- ß das Milchgebiß den Insektenfressern ähnlicher ist. Die Ohren sind groß und nackt, der Körper wollig behaart, der Schwanz buschig. An den vordern Ex- tremitäten finden sich fünf sehr lange und dünne Finger mit Krallennägeln, die fast auf gleicher Linie stehen, indem der Daumen nur etwas abgerückt, nicht aber entgegensetzbar ist, der Mittelfinger ist der längste; an den Hinterfüßen befinden sich drei gleiche äußere Krallenzehen, eine Zeigezehe mit einem Pfriemennagel, wie bei allen Halbaffen, und ein entgegensetzbarer Daumen mit plattem Nagel. Es ist ein träges, nächt- liches Thier, das auf Bäumen umherklettert und sich besonders von Insekten nährt, die es mit den langen Fingern aus den Rissen der Rinde hervorkratzt.

Familie der Flug-Maki (Galeopithecida). Eine dicht behaarte Hautfalte, die als Fallschirm dient, hüllt die Glieder bis zu den Zehen ein und ver- bindet sie mit den Seitentheilen des Körpers und dem Schwanze. Alle Zehen mit Krallen. Schneide- zähne gelappt und kammartig eingeschnitten, oben nur ein seitlicher, unten die mittlern schaufelartig nach vorn geneigt. Backzähne breit, lappig (Fig. 5, Schädel des Flug-Maki, Galeopithecus volans).

Familie der Langfüßer (Tarsida). Nächtliche Thiere mit ungemein großen Augen, großen nackten Ohren, langem dünnbehaarten Schwanz, der am Ende eine Art Pinsel trägt. Zähne entschieden vom Insektenfressertypus. An Vorder- und Hinterfüßen finden sich entgegensetzbare Daumen und die Hinterfüße zeich- nen sich besonders dadurch aus, daß die Fußwurzel außerordentlich lang ist und die Zehen oft in einem merkwürdigen Misverhältnisse zueinander stehen. Die nächtlichen Thiere jagen auf Bäumen nach Insekten.

Familie der Fuchsaffen (Lemurida). Schädel rund, bei den meisten die Schnauze fuchsartig vor- gezogen; Schwanz sehr verschieden entwickelt; Haar- kleid dicht; Ohren mäßig; Bezahnung zur Früchte- nahrung neigend. Eigenthümlich ist in dieser Familie besonders die Bildung der Hinterhände, an welchen der Daumen und die drei letzten Zehen platte Nägel tragen, während der Zeigefinger mit einer scharfen, pfriemenförmigen Kralle bewaffnet ist (Fig. 2, Pfote des Lori). Die Thiere leben gesellig und halten sich tags über ruhig, klettern aber besonders in der Dämmerung nach Früchten und Insekten umher.

Man unterscheidet in der Familie zwei Hauptgruppen, die Nachtäffer (Nycticebina) in Afrika und Asien (der Lori, Stenops gracilis, Fig. 1), ganz oder fast schwanzlos, mit langen dünnen Extremitäten, kleinen Schneidezähnen und meist großen Augen, und die nur in Madagascar vorkommenden Maki (Maki, Lemur Mongoz, Fig. 4), mit langem Schwanz, gewöhnlich großen Augen und mäßig großen Extremitäten, welche, mit Ausnahme der Hände, im Habitus mehr einem kleinen Raubthiere gleichen.

Unterlegion der Gürtelkuchler (Zonoplacentaria).

Der allgemeine Charakter dieser Thiere besteht nur in der Existenz einer das Ei gürtelförmig umgebenden Placenta, welche den obern und untern Pol des Eies, das mit den Seiten an die Wand des röhrenförmigen Uterus angewachsen ist, frei läßt. Im übrigen stehen in dieser Unterlegion sehr disparate Gruppen, indem die Raubthiere und Amphibien festgeschlossene Cha- raktere tragen (Krallennägel, Bezahnung u. s. w.), während die beiden andern Gruppen, Rüsselthiere und Klippspringer, durch Hufe, Zähne und innere Organi- sation durchaus abweichen.

Siebente Ordnung.
Raubthiere (Carnivora).

Oben und unten sechs kleine, meißelartige Schneidezähne, ein großer Eckzahn in jedem Kiefer, der in eine Lücke des entgegenstehen- den Kiefers eingreift; ein großer, schneiden- der Reißzahn unter den Backzähnen, von welchen nur die hintersten zuweilen stumpfe Höcker tragen. Augenhöhlen niemals ge- schlossen. Niemals entwickelte Schlüsselbeine. Zehen mit Krallen, meist frei, nur selten durch Schwimmhäute verbunden.

Der Körper verbindet in ausgezeichneter Weise die Bedingungen der Kraft, der Schnelligkeit und der Leichtigkeit. Der Schädel ist kurz gedrungen, kräftig (Schädel des Luchses, Taf. 4, Fig. 11); die Gehirn- kapsel meist mehr oder minder rundlich, die Schläfen- gruben tief, die Leisten zum Ansatze der Beißmuskeln meist so stark entwickelt, daß sie einen hohen Kamm bilden, der sich über den ganzen Raum des Mittel-

hauptes erstreckt. Die Jochbogen sind breit, sehr bedeutend nach außen gebogen, um den mächtigen Beißmuskeln den Durchgang zu gestatten; die Augenhöhlen nach hinten in die Schläfengruben geöffnet; die Kiefer sind um so kräftiger und gedrungener, der aufsteigende Ast des Unterkiefers um so entwickelter, je raubgieriger das Thier ist. Die Bezahnung ist höchst einförmig in Beziehung auf Schneide- und Eckzähne, dagegen sehr vielgestaltig in Beziehung auf Lücken- und Backzähne. Die Schneidezähne sind in der Regel nur klein, quergestellt, scharf schneidend und in beiden Kinnladen stets in der Zahl von sechs vorhanden; die Eckzähne sind fast stets gekrümmt und um so schärfer, je mehr das Thier ausschließlich von Fleischnahrung lebt; meist greifen die Eckzähne so ineinander, daß beim Schließen des Maules der des Unterkiefers in eine Lücke zwischen den Schneidezähnen und den obern Eckzähnen eingreift; hinter den Eckzähnen folgen meist einige kleine, gewöhnlich kegelförmige, spitzige, einwurzelige Zähne, welche man die falschen Backzähne oder die Lückenzähne genannt hat (Schädel des Wolfs, Taf. 5, Fig. 4). Die Reihe der eigentlichen mehrwurzeligen Backzähne wird gewöhnlich von einem großen, messerscharfen, mehrspitzigen Zahne begonnen, dem Reiß- oder Fleischzahne, dem einige mehrwurzelige höckerige Backzähne folgen. Je raubgieriger das Naturell, desto weniger zahlreich sind diese Backzähne, desto schärfer, sägenartiger ihre Kronen (Schädel des Bären, Taf. 6, Fig. 13); je mehr das Thier sich auch zugleich mit Pflanzenkost begnügt, desto breiter werden die Kronen und erhalten mehr oder minder spitze Höcker und nach innen vorspringende Ansätze, welche die Kaufläche des Zahns verbreitern und beim Schließen des Mauls ineinandergreifen. Die weichen Lippen der Raubthiere sind stets mit größern Schnurrborsten besetzt. In der Ausbildung der Füße zeigt sich mancherlei Verschiedenheit, indem mit zunehmender Schnelle und Behendigkeit die Thiere mehr und mehr von der Sohle auf die Zehen sich erheben. Die Zehen sind mehr oder minder tief getrennt, vorn meist in der Fünfzahl, hinten in der Vier- oder Fünfzahl vorhanden und an ihrer Spitze mit krummen, schneidenden Krallen bewaffnet, die bei einer Familie sogar in eigene Scheiden zurückgezogen werden können. Einige Familien treten nur mit den Zehen selbst auf den Boden auf, weshalb man sie unter dem Namen der Zehengänger (Digitigrada) bezeichnete; andere setzen sowol die Zehen, als auch die mit schwieliger Haut bedeckten Mittelfußknochen beim Gange auf den Boden (Semiplantigrada); bei andern endlich ist eine Sohle, ähnlich der des menschlichen Fußes, hergestellt, deren hinterer Theil durch die Fußwurzel, und namentlich durch das Fersenbein gebildet wird (Füße des Bären, Fig. 12); es sind die Sohlengänger (Plantigrada). Mit dieser Bildung der Füße steht meistens auch die Beweglichkeit im Einklange, indem die Sohlengänger träger und schleppender sind, zum Ersatz dafür aber auch eine größere Beweglichkeit der Vorderfüße besitzen und dieselben in gewisser Weise als unausgebildete Arme benutzen können. Die Zitzen liegen bei allen diesen Thieren in mehrfacher Anzahl und doppelten Reihen unter dem Bauche; die eben geborenen Jungen sind während der ersten Tage blind. Die Thiere leben meist monogamisch und die Familien nur dann zusammen, wenn die Jungen noch von den Aeltern ernährt werden müssen; doch vereinigen sich manche zu Rudeln, zum Zwecke der Jagd.

Zehengänger (Digitigrata).

Die Familie der Katzen (Felida) schließt die kräftigsten, raubgierigsten Thiere der Ordnung ein. Der Kopf (Schädel des Löwen, Taf. 4, Fig. 3) erscheint rund, fast kugelig wegen der Kürze der gedrungenen Kiefer und der Mächtigkeit der Beißmuskeln, welche die Wangengegend ausfüllen; die Eckzähne sind schneidend, Lückenzähne nur zwei vorhanden, die messerartig sind und gezackt sind (Schädel der Katze, Fig. 9); auf diese beiden Lückenzähne folgt ein einziger vollkommen scharfer, zwei- oder dreispitziger Backzahn, hinter dem in dem Oberkiefer noch ein kleiner spitzer Kernzahn steht. Diese wenigen messerscharfen Zähne greifen beim Schließen des Mauls übereinander, wie die Blätter einer ausgezackten Schere; die Zunge rauh, stachelig, feilenartig; die Ohren kurz, stets, weilen mit Haarpinseln besetzt; der Körper langgestreckt geschmeidig, der Schwanz lang, die Füße kurz und kräftig. Die Zehen der Füße besitzen einen eigenthümlichen Mechanismus: das Krallenglied ist senkrecht das mittlere eingelenkt und auf seiner obern Fläche durch ein elastisches Band an die vorhergehenden Glieder befestigt, über welchen sich eine Scheide findet, in welche die scharfe gebogene Kralle zurückgezogen werden kann. Die Beugemuskeln der Finsenden dagegen eine starke Sehne an das Krallenglied welche bei ihrer Zusammenziehung das Vorstrecken der Kralle bewirkt. Alle Thiere dieser Familie, auch so gut beleumdeten Löwen nicht ausgenommen, sind grausame und im ganzen feige Raubthiere, welche nicht im Laufe jagen, sondern ihre Beute beschleichen oder ihr auflauern und sie dann mit einem plötzlichen Sprunge überraschen. Sie leben einsam, gewöhnlich in Familie, deren jede einen gewissen Jagdbezirk hat und lauern meistens an den Trinkplätzen auf die grasfressenden Säugethiere, welche ihnen eine leichte Beute werden. Die größern Thiere dieser Familie nehmen schwinden vor der Civilisation immer mehr und mehr da man sie sowol ihres Pelzwerks wegen jagt, als auch namentlich des Schadens wegen auszurotten sucht.

Unter den eigentlichen Katzen des alten Continents Der Löwe (Felis leo, Fig. 1), in ganz Afrika und Westasien, früher auch im Umkreise des Mittelmeeres, hat Männchen mit, das Weibchen (Fig. 2) ohne Mähne gleichfarbig, mit einer Endquaste am Schwanze mit einer Art Stachel darin; der Tiger (Felis tigris, Fig. gelblich mit schwarzen Streifen und weißlichem Backenbarte, ohne Mähne, in ganz Asien und den Sunda-Inseln, mit Ausnahme von Borneo, die dem Menschen gefährlichste Katze; in Ostindien allein sollen ihm jährlich 10000 Menschen jährlich zum Opfer fallen. Geflecktere Arten: der Leopard oder Panther (Leopardus varius quorum, Fig. 6), mit schwarzer Abart, in Afrika, Südasien und Ceylon, die Flecken geringelt; der kleinere Serval (Serval galeopardus, Fig. 7), mit kürzerem Schwanze, vollen Flecken und ganz kleinen Büscheln an den Ohren, den Uebergang zu den Luchsen bildend; unsere Wildkatze (Felis catus, Fig. 8), grau mit schwärzlichen Streifen, in großen Wäldern, vortrefflich kletternd, sehr gefährlich selbst jungem Rehwilde. Unsere Hauskatze, welche die alten Griechen und Römer noch nicht kannten, stammt wahrscheinlich von einer nubischen, zuerst in Aegypten gezähmten Art (Felis maniculata), ist aber mit der Wildkatze vielfach gemischt. Unter den Katzen des neuen Continents: der Jaguar (Leopardus onca, Fig. 5), in Südamerika, dem Leopard ähnlich, aber größer, baumt mit Vorliebe; der Puma oder Cuguar (Felis concolor) einfarbig wie der Löwe, aber ohne Mähne und kleiner als der Leopard, von Patagonien bis Californien. Von den eigentlichen Katzen weichen durch die steifen Ohrpinsel, die hohen Beine, den kurzen Schwanz und den häufig fehlenden ersten Lückenzahn

die Luchse (Lynx europaeus, Fig. 10). Unsere europäische Art im Norden und den Hochgebirgen; verwandte Art in Canada. Noch mehr weichen ab die Leoparde (Cynailurus jubatus, Fig. 14), mit vollen Lippen, langem Schwanz, mehr hundeartigem Körper, nicht zurückziehbaren Krallen, wie bei den Hunden, nicht zurückgezogen werden können. Sie werden in Afrika und Asien zur Jagd auf Gazellen abgerichtet.

Die Familie der Hyänen (Hyaenida) kommt den Katzen im Zahnbaue und der Kürze und Kräftigkeit der mächtigen Kiefer nahe (Schädel der Hyäne, Fig. 13), unterscheidet sich aber wesentlich durch die Bildung der Extremitäten; sie haben in beiden Kiefern drei Lückenzähne, einen Reißzahn und dahinter im Oberkiefer einen breiten Kornzahn, die sich aber durch das Benagen der Knochen schnell abnutzen und stumpf werden. Sie besitzen vier ausgebildete Zehen an den Vorderfüßen und starke Krallen, die nicht zurückgezogen werden können. Die Vorderfüße sind bedeutend länger als die Hinterfüße, sodaß der Körper nach hinten abschüssig erscheint. Am After befindet sich eine Drüsentasche, die eine stinkige Schmiere absondert. Die eigentlichen, auf den afrikanischen Continent beschränkten Hyänen (Hyaena crocuta, Fig. 12) jagen meistens in Haufen des Nachts umher und nähren sich auch von Aas und ähnlichen Stoffen, wie denn das Ausgraben der Leichen bekannt ist. Tags über schlafen sie in Höhlen, welche sie sich selbst gegraben haben. Im Körperbau sehr übereinstimmend, aber in der Bildung der Zähne, die sich denen der Robben durch Fehlen des Reißzahns und eine einhöckerige Backzähne annähern, sehr abweichend ist der südafrikanische Erdwolf (Proteles Lalandi, Taf. 5, Fig. 1), der sich besonders von Strandthieren, Aas u. s. w. nährt.

Die Familie der Hunde (Canida) hat eine gewisse Aehnlichkeit im Körperbau mit den Hyänen, besitzt aber stets vier gleichmäßig ausgebildete Füße, die vorn fünfzehig, hinten nur vierzehig und mit festgehenden Krallen bewaffnet sind; die Kiefer sind länger; der Kopf (Schädel des Wolfs, Fig. 4) deshalb mehr dreieckig mit zugespitzter Schnauze, der Eckzahn schlank, die drei Lückenzähne scharf zugespitzt; der Reißzahn schneidend; hinter ihm stehen zwei Backzähne mit stumpfen Höckern, die Zunge ist sammtartig weich, nicht feilenartig, wie bei den vorhergehenden Familien, die Ohren meist groß, der Geruchssinn vorzugsweise entwickelt. Drüsentaschen fehlen durchaus.

Unter den eigentlichen Hunden, die keine Höhlen graben, in Trupps oder Familien laufend jagen und eine runde Pupille besitzen, zeichnen wir aus: den Steppenhund (Lycaon pictus, Fig. 2) aus Südafrika, mit buntgeflecktem Felle, hyänenartigem Habitus, großen Ohren; den Wolf (Canis lupus, Fig. 3), über die ganze nördliche Hälfte beider Hemisphären verbreitet, hier und da (England) vollständig ausgerottet; den Kolsun (Canis Dukhunensis, Fig. 5) in Hochasien, unserm Schäferhunde sehr ähnlich; den Schakal (Canis aureus, Fig. 6), mit fuchsähnlichem Habitus, im Umkreise des Mittelmeers. Die Herkunft unsers, in so vielen und merkwürdigen Abarten existirenden Haushundes, ist noch nicht vollständig aufgeklärt; die ältesten europäischen Hunde der Pfahlbauten aus der Steinzeit stammen höchst wahrscheinlich vom Schakal, zu dem in der Bronzezeit ein größerer, aus Afrika eingeführter, von Abyssinien stammender Hund kam; die übrigen Varietäten wurden theils durch Züchtung, theils durch Mischung mit andern wilden Hunden erzeugt. Die Füchse (Vulpes) weichen durch die senkrechte katzenartige Pupille und die niedern Beine ab, sie graben Höhlen und gehen nur allein oder paarweise auf Raub aus. Hierher unser Fuchs (Vulpes vulgaris, Fig. 8) und der größere südamerikanische (Vulpes Azarae, Fig. 7), dessen Schädel mehr dem Wolfe gleicht. Eine besondere Gruppe bilden die Fennek (Megalotis Zerda, Fig. 9), kleine Thierchen mit ungeheuern Ohren aus den afrikanischen Wüsten.

Die Familie der Stinkratzen (Viverrida), besteht aus langgestreckten, spitzschnauzigen Thieren, mit langem Schwanze und kurzen Füßen, welche vorn und hinten eine gleiche Anzahl von Zehen, vier oder fünf, besitzen und in ähnlicher Weise, wie die Hyänen, in der Gegend des Afters oder der Geschlechtstheile eine Drüsentasche haben, welche eine stark riechende Schmiere absondert, die bei einigen zum Arzneigebrauche verwendet wird. Oben finden sich drei, unten vier spitzkegelförmige Lückenzähne, auf welche der schneidende Reißzahn folgt, der indeß nach innen einen stumpfhöckerigen Fortsatz zeigt; hinter den Fleischzähnen stehen oben zwei, unten nur ein stumpfhöckeriger Backzahn; die Eckzähne sind drehrund, spitzkegelförmig; nicht zusammengedrückt und schneidend, wie bei den vorigen; die Zunge ist scharf, feilenartig, der Pelz meist grobhaarig und wenig geschätzt. Es sind nächtliche Raubthiere der südlichen Zonen, die besonders kleinern Thieren nachstellen und im ganzen äußerst blutgierig scheinen.

Die eigentlichen Stinkratzen, welche mit Ausnahme einer einzigen in Mexico vorkommenden Art alle die Alte Welt bewohnen, können wie die Katzen die Krallen zurückziehen und sind reine Zehengänger. Hierher gehören die afrikanische Civette (Viverra Civetta, Fig. 10) mit sträubbarer Mähne; die Ginsterkatze (Genetta vulgaris, Fig. 11), die in Algerien und Südspanien zum Mäusefang in den Häusern gehalten wird; die Rasse (Viverra indica, Fig. 14) in Indien; die Palmenmarder (Paradoxurus typus, Fig. 12) in Südasien, die einen Rollschwanz besitzen und auch Früchte nicht verschmähen; die echte Zibethkatze (Viverra zibetha), ursprünglich auf den Molukken heimisch, dann über Südasien und Südamerika als Hausthier verbreitet. Man nimmt den Zibeth, der im Orient noch als Parfum gebraucht wird, mittels eines Löffelchens aus der Drüsentasche. — Zu den Stinkratzen mit nicht zurückziehbaren Krallen gehört die Pharaonsratte oder Ichneumon (Herpestes Ichneumon, Fig. 13), früher von den Aegyptern göttlich verehrt als Vertilger der Eier des Krokodils, der kleinern Schlangen u. s. w. Sie wird noch als Mäusevertilgerin im Hause gehalten.

Die Familie der Marder (Mustelida) hat einen noch länger gestreckten Körper als die vorigen, und sehr kurze niedrige Füße, sodaß der Körper sich kaum über den Boden erhebt. An Vorder- und Hinterfüßen sind fünf Zehen vorhanden; der Kopf (Schädel des Marders, Fig. 16) ist meist kurz, dick, die Eckzähne schlank, hakig, die Lückenzähne gewöhnlich nur in geringer Anzahl vorhanden, der Reißzahn breit, scharf und stets nur ein einziger Höckerzahn hinter denselben entwickelt. Es sind schlaue, nächtliche, blutgierige Thiere, welche oft sich damit begnügen, nur das Blut ihrer Opfer zu saufen und im Verhältnisse zu ihrer Größe ungemeine Verwüstungen in Höfen und Hühnerställen anrichten können. Der Pelz der meisten Gattungen, besonders der im Norden lebenden, sehr geschätzt. Die echten Marder sind Zehengänger und haben halb zurückziehbare kurze Krallen. Hierher gehören der Edelmarder (Mustela martes, Fig. 15), mit gelbem Halsfleck, in Wäldern; der Steinmarder (Mustela foina), mit weniger geschätztem Pelz und weißem Halsfleck, in der Nähe der Wohnungen; der Zobel (Mustela zibellina), im höchsten Norden, besonders Sibirien. Eine andere Gruppe hat einen

sehr breiten Höckerzahn im Oberkiefer; hierher der Iltis oder Ratz (Putorius foetorius, Fig. 18), ebenso berüchtigt als Geflügeldieb wie die Marder; nebst seinem Albino, dem weißen Frettchen (Mustela faro), das zur Kaninchenjagd benutzt wird; das große Wiesel oder Hermelin (Mustela erminea, Taf. 6, Fig. 1), im Sommer braun, im Winter weiß mit schwarzer Schwanzspitze; das kleine Wiesel (Mustela vulgaris, Taf. 5, Fig. 17), besonders gern in Steinhaufen und an Rainen. Halbsohlengänger ist schon der Vielfraß (Gulo borealis, Taf. 6, Fig. 2), ein großer plumper Erdmarder des Nordens, dessen Name durch das missverstandene norwegische Wort „Fjällfraß" (Bergraubthier) aufgefabelt wurde.

Halbsohlengänger.

Familie der Ottern (Lutrida). Der letzte obere Backzahn groß, quadratisch. Zehen durch Schwimmhäute verbunden, Schwanz platt. Den Uebergang zu den Mardern bildet die kleine Sumpfotter, der Nörz (Lutreola vulgaris), in Europa und Asien, und der ihm sehr nahe stehende Bison aus Nordamerika (Lutreola vison), beide hochgeschätzt als Pelzthiere. Die eigentlichen Ottern (Lutra vulgaris, Taf. 5, Fig. 19) haben einen platten breiten Schädel, höchst scharfes Gebiß, verschließbare Nasenlöcher, kurze Ohren (Schädel der Fischotter, Lutra vulgaris, Fig. 20). Die Seeotter (Enhydris), jetzt nur noch im höchsten Norden selten vorkommend, hat robbenähnliche, nach hinten gerichtete, flossenähnliche Hinterfüße, langen, cylindrischen Leib, fast Robbengestalt. Ihr Pelz wird zu ungeheuern Preisen geschätzt. Alle Ottern nähren sich von Wasserthieren, Fischen, Krebsen u. s. w., sind im Schwimmen und Tauchen äußerst geschickt und sehr schlau.

Familie der Dachse (Mehda). Oben wenigstens ein Backzahn mehr als unten (Schädel des Dachses, Taf. 6, Fig. 7). Fleischzahn mit innerm Höcker. Oberer hinterer Höckerzahn quadratisch quer oder dreieckig. Sohlen nackt. Vorderkrallen scharf, groß, zum Graben. Meist Afterdrüsen, die ein sehr stinkendes Secret liefern. Hierher der Honigdachs (Ratelus capensis, Fig. 4) Südafrikas, der zum Aufspüren der wilden Bienenstöcke dient; das über alles Maß stinkende Stinkthier (Mephitis Humboldti, Fig. 8) in Amerika und die Zorilla (Rhabdogale) in Südafrika; der weniger fürchterlich, aber immer noch arg riechende Stinkdachs (Mydaus meliceps, Fig. 5) in Java; unser Dachs (Meles taxus, Fig. 6), mit wenig entwickelter Afterdrüse. Alle diese Thiere leben in Höhlen, gehen in der Dämmerung nach Nahrung und verschmähen saftige Früchte und Wurzeln nicht. Die Stinkthiere spritzen ihr Secret zur Vertheidigung aus.

Sohlengänger.

Familie der Kleinbären (Subursida). Der Reißzahn nicht mehr scharf schneidend; die Backzähne mit stumpfen Höckern; gerade Zehen, stumpfe Krallen; Beine kurz; gedrungener Körper, langer, meist buschiger Schwanz. Hierher der Waschbär (Procyon lotor, Taf. 6, Fig. 9) aus Nordamerika, der den bekannten, sogenannten Schuppenpelz liefert und die sonderbare Gewohnheit hat, seine Nahrung zwischen den Vorderpfoten, am liebsten in Wasser, zu reiben, ein gehaßter Hühnerdieb; die Nasenbären oder Coati (Nasua socialis, Fig. 10), mit langer Schnüffelnase, aus Südamerika.

Familie der Bären (Ursida). Große plumpe Thiere, mit langem Schädel (Schädel des Bären, Fig. 13), gewaltig dickem, aber kurzem, rundem Eckzahn, ausfallenden Lückenzähnen, ohne Reißzahn, und stumpfhöckerigen Backenzähnen. Sohlen nackt. Schwanz sehr kurz. Krallen stumpf. Die meisten Arten nähren sich außer von Fleisch, auch von Früchten und Wurzeln. Hierher unser braun er Bär (Ursus arctos, Fig. 11) über die ganze nördliche Hälfte des alten Continents verbreitet, und eine Menge Arten mit platten Sohlen aus allen Weltgegenden, von denen einige ganz Beweglichkeit der Vordertatzen besitzen. Der Eisbär (Ursus polaris, Fig. 14) unterscheidet sich von allen übrigen durch den weißen Pelz und die bebaarten Sohlen, er lebt nur von Fischen und Robben in den nördlichen Polarmeeren.

Familie der Wickelbären (Cercoleptida). Zwei kleinen niedlichen Thiere, die einen dichten wolligen Pelz, kurzgestutzten Kopf und einen langen Wickelschwanz besitzen, klettern nachts auf Bäumen umher, nähren sich besonders von Früchten, Insekten und kleinern Thieren und führen die Nahrung mittels der Vorderfüße, ganz in ähnlicher Weise wie Eichhörnchen zum Munde. Die Eckzähne sind nur kurz, wenig vorstehend, die beiden Lückenzähne klein, die drei hintern Backzähne mit stumpfen Höckern versehen, während ein eigentlicher Reißzahn fehlt; Vorder- und Hinterfüße haben eine vollständige fleischige Schwielensohle und fünf Zehen, die ganz vollkommen getrennt sind und voneinander etwas entfernt werden können; der Hinterfuß namentlich gleicht in seiner Gestalt sehr dem Fuß des Menschen, unterscheidet sich indessen, wie leicht begreiflich, durch die scharfen Krallennägel, welche an allen Zehen entwickelt sind und mehr oder minder zurückgezogen werden können. Hierher der Binturong (Arctitis binturong, Fig. 15) aus den Sunda-Inseln und der Kinkajou oder Wickelbär (Cercoleptes caudivolvulus, Fig. 16) aus Centralamerika.

Achte Ordnung.

Robben (Pinnipedia).

Gürtelkuchler mit wenig entwickelten Schneide- und Eckzähnen, einförmigen Backzähnen und kurzen flossenartigen Extremitäten, deren hinteres Paar in die Nähe des Schwanzes zurückt ist. Wasserbewohner.

Die Robben zeichnen sich durch den fast drehrunden von vorn nach hinten kegelförmig verschmälerten, mit Flossenfüßen versehenen Körper aus, der allmählich in den starken Hals übergeht, auf welchem ein weit kleiner, fast rundlicher Kopf sitzt. Alle Formen der kräftigen Muskulatur sind durch eine dicke Speckhaut verhüllt, über welche eine mit platt anliegenden Haaren besetzte dicke Haut gezogen ist. Die ganze Gestalt der Thiere hat etwas außerordentlich Plumpes und Schwerfälliges, und nähert sich derjenigen der Wale. Der Schädel (Schädel des Seehundes, Taf. 6, Fig. 19) ist kurz, breitig, die Kiefer gedrungen, die Leisten für den Ansatz der Schläfenmuskeln stark entwickelt, sodaß bei vielen Gattungen ein hoher Kamm über die Mittellinie des Schädels sich hinzieht; die Augenhöhle ist gewöhnlich nach hinten in die Schläfengrube geöffnet; die kurzen starken Kiefer tragen vorn einen Bogen kleiner, senkrecht gestellter, meißelartiger Schneidezähne, deren Zahl und Dauer sehr unbeständig ist, da sie bei manchen Gattungen schon sehr bald ausfallen, ohne später ersetzt zu werden. Die Eckzähne sind selten groß, hakig gekrümmt, scharf gespitzt, zuweilen in Form von Hauern entwickelt; die Backzähne bis auf den letzten gewöhnlich einwurzelig in ihrer Form nicht verschieden, mit scharfen Längsgereihten Kronen versehen, die oben oft sägeartig ein

cht sind, sodaß bei manchen Gattungen jede Zahn- ɛ förmlich die Gestalt eines mehr oder minder tief schnittenen Dreizacks erhält. Das weite Maul ist dicken, aufgewulsteten Lippen bedeckt, in denen ehr sehr dicke und lange, spiralig gedrehte Schnurr- ɛn stecken; die Nasenlöcher finden sich am Ende Schnauze und bilden meist Längsspalten, welche ɛ besondere Muskeln hermetisch geschlossen werden ɛn; die Augen sind groß, klar, meist hellbraun rbt und von ausnehmend klugem Ausdrucke, die ɛten Augen im ganzen Thierreich; die Ohröffnung hr klein und ein äußeres Ohr entweder gar nicht vor- ɛn oder sehr rudimentär (Skelet des Seehundes, a vitulina, Fig. 18: a Schulterblatt, b Brust- höhe, c Oberarm, d Vorderarm, e Handwurzel, ittelhand, g Finger, h Hinterfuß, i Schenkelbein, nterschenkel, l Flosse, m Becken). Die Vorderfüße n unmittelbar unter der Brust, wo der Körper dicksten ist, und stellen breite kurzgestielte Ruder- ɛn vor, an denen man zwar die Zehen und die n entsprechenden gekrümmten scharfen Hakenkrallen lich unterscheiden kann, die aber durch eine dicke, arte Schwimmhaut miteinander zu Schwimmflossen nden sind; die Hinterfüße sind durchaus nach n geschoben, in gleicher Flucht mit dem Körper ekt und so zu beiden Seiten des kurzen Schwanzes llt, daß sie eine mächtige, doppelte senkrechte End- ɛ bilden, welche das wesentliche Bewegungswerk- des Thiers ist. Die Zitzen liegen weit nach n in der Nähe dieser misgestalteten Ruderfüße.

ie meisten Robben leben im Meere, einige auch großen Landseen (Baikal, Aral, Kaspisches Meer), stets in der Nähe der Küsten, wo sie sich be- ɛrs in Flußmündungen an felsigen, unbewohnten ɛn und in der Nähe der Eisbänke gefallen. Auf flossenartigen Vorderfüßen gestützt, kriechen sie müh- , den schweren Körper auf dem Boden schleifend, ihren Lieblingsplätzen aufs Trockene, wo sie meistens emüthlich in der Sonne schlafen und beim Nahen r Gefahr sich sogleich in das Wasser stürzen. Man ɛt sie des Specks und der Häute wegen, indem n sie auf dem Eise oder dem Lande überrascht und t Stockschlägen auf die Nase betäubt.

Familie der Seehunde (Phocida). Kein äußeres r. In beiden Hemisphären, aber vorwiegend im hen. Hierher der gemeine Seehund (Phoca vitu- , Fig. 17) in den nördlichen Meeren, und ebenda- ɛt die Klappmütze (Stemmatopas cristatus, Fig. 20), welcher das Männchen auf der Nase eine mützen- ige, in der Mitte gekielte Haut besitzt, die aufge- ɛn werden kann. Der Klappmütze entspricht im den der See-Elefant (C. proboscidea), dessen Nase einen kurzen Rüssel verlängert ist. Diese größte be wird bis 30 Fuß lang.

Familie der Ohrrobben (Otarida). Eine äußer- e, aber kleine Ohrmuschel. Im Süden und im llen Ocean bis hoch in den Norden hinauf. Dort et sich der Seebär (Arctocephalus falclandicus, . 7, Fig. 1), der zuweilen sogar durch die Insel- lle bis nach Grönland sich verirrt.

Familie der Walrosse (Trichechida). Sehr ab- chend von den übrigen; Eckzähne ungeheuer, hauer- ig vorstehend, Schneidezähne meist im Alter aus- end, die einfachen platten Backzähne nach innen ge- lt (Schädel des Walrosses, Fig. 3). Nähren sich Muscheln, die sie mit den Hauern aus dem Sande wühlen. Die Eckzähne sehr geschätzt als Elfenbein. rden bis 15 Fuß lang. Früher bis nach Norwegen breitet, jetzt nur noch in der Höhe von Spitzbergen. t eine Art (Trichechus rosmarus, Fig. 2).

Neunte Ordnung.

Rüsselthiere (Proboscidea).

Zwei lange Stoßzähne im Zwischenkiefer; keine Schneidezähne im Unterkiefer; aus queren Schmelzfalten zusammengesetzte, platte Backzähne. Nase in einen Rüssel verwandelt. Zehen verwachsen, mit platten Deckhufen.

Der Schädel (Schädel des jungen Elefanten, Taf. 8, Fig. 3) der Rüsselthiere ist verhältnißmäßig groß, hoch und schwer, die Stirn fast steil abfallend, was indeß nicht in der Ausbildung der Gehirnmasse seinen Grund hat; die Hirnkapsel ist im Gegentheil im Verhältniß zu dem großen Schädel auffallend klein, das äußere und innere Blatt der Schädelknochen aber durch blasig aufgetriebene Knochenzellen, welche mit Fett gefüllt sind, voneinander getrennt. Der Raum, den diese Zellen einnehmen, ist ebenso bedeutend, als derjenige für das Gehirn. Die Bezahnung ist höchst eigenthümlich. Gewöhnlich sitzen in jedem Kiefer nur zwei ungemein große, länglich-vierseitige, platte Mahlzähne, die nur unbedeutende Wurzeln haben, deren Oberfläche aber bei den eigentlichen Elefanten mit innern durch Cement verbundenen Schmelzfalten besetzt ist, die meistens verschiedene Rhombenfiguren zeigen.

In dem Maße als sich diese breiten Mahlzähne abnutzen, bilden sich hinter ihnen in der Kieferrinne neue, die sich allmählich nach vorn schieben und die Stelle der abgenutzten Zähne einnehmen, welche nach und nach zerbröckeln und verloren gehen. Durch dieses beständige Abnutzen und Ersetzen, das sich bis in das hohe Alter der Thiere ununterbrochen fortsetzt, wird ein ziemlicher Wechsel in der Bezahnung, je nach den verschiedenen Altersperioden des Thiers herbeigeführt. Die Rüsselthiere schließen sich durch diesen Zahnwechsel äußerst nahe an die Seekühe an, bei welchen ein ähnlicher Ersatz der abgenutzten Zähne beobachtet wird. Außer diesen Backenzähnen, die bei den alten Thieren in dem Unterkiefer einzig vorhanden sind (bei den Mastodonten allein existiren in der Jugend zwei kurze Milchstoßzähne im Unterkiefer), finden sich in dem Oberkiefer zwei Stoßzähne, welche lang, konisch zugespitzt, leicht gekrümmt und bei dem Männchen weit mehr entwickelt sind als bei dem Weibchen. Diese Stoßzähne, die oft eine gewaltige Länge und ein Gewicht von einem Centner erreichen, stehen zu beiden Seiten aus dem Maule, den Rüssel umfassend, hervor und liefern das bekannte Elfenbein. Der Rüssel selbst ist die Verlängerung der Nase, deshalb in der Mitte durch eine senkrechte Längsscheidewand in zwei Röhren getheilt und vorn mit einem zum Ergreifen geeigneten, fingerartigen Fortsatze versehen. Gewaltige Muskelmassen bedingen seine freie Beweglichkeit. Das äußere Ohr der Rüsselthiere ist bedeutend, die Füße plump, säulenförmig und mit fünf kleinen platten Hufen versehen, die den fünf wohlausgebildeten Zehen entsprechen, welche aber ganz in Sehnengewebe eingehüllt und von der Haut umschlossen sind. Der Fuß stellt so einen mit dicker Schwielenmasse getäfelten Ballen vor, auf dessen oberer Fläche die Hufe aufliegen. Das Weibchen hat nur zwei Zitzen, welche an der Brust liegen, der Schwanz ist kurz, mit steifen Borsten besetzt.

Wir kennen jetzt nur zwei Arten, den indischen Elefanten (Elephas indicus, Fig. 2), größer von Statur, mit kleinern Stoßzähnen, kleinen Ohren und fast senkrecht abfallender Stirn, der im tropischen Asien als Hausthier gezähmt wird, und den afrikanischen, mit ungeheuern Schlappohren, rhomboidalen Schmelzfiguren der Zähne, der jetzt nur noch wild vorkommt, des Elfenbeins wegen gejagt wird, im Alterthum aber gezähmt

wurde. Die wilden Elefanten leben besonders in sumpfigen Wäldern truppweise unter Anführung eines alten Männchens. In der Gefangenschaft pflanzen sie sich nur ausnahmsweise fort.

Zehnte Ordnung.
Klippschliefer (Lamnungia).

Kleine Gürtelkuchler von nagethierähnlichem Habitus, dicht behaart, mit höckerigen Backzähnen und flachen Hufen an den Zehen.

Es gibt nur eine Gattung mit zwei Varietäten oder Arten; der Daman, in felsigen Gegenden Syriens und am Rothen Meere (Phasan der Bibel, Hyrax syriacus) und der Klippschliefer, vom Cap bis nach Abyssinien hinauf (Hyrax capensis, Taf. 7, Fig. 4). Niedliche Thiere von der Größe eines Kaninchens, mit weichem Pelz, kurzen Ohren und Schwanz, gespaltener Oberlippe, vorn vier, hinten drei Zehen, bis an das Ende mit Haut verbunden; die hintere freie Innenzehe trägt eine Kralle, alle andern Hufe. Die mittlern Schneidezähne des Oberkiefers des Milchgebisses fallen aus; die äußern bleibenden nagerartig, die untern horizontal gestellt; keine Eckzähne; die zahlreichen Backzähne (sieben jederseits) oben wie unten mit queren Höckern. Sie nähren sich von Pflanzen und graben sich Erdhöhlen.

Legion der Adeciduaten oder Zottenkuchler.

Die Placenta wird durch mehr oder minder gehäufte Zotten vertreten, die auf der ganzen Oberfläche des Eies zerstreut und nur locker in die Schleimhaut des Uterus eingefügt sind, sodaß sie sich bei der Geburt davon trennen.

Gruppe der Ungleichzeher (Perissodactyla).

Von den ältesten Tertiärschichten an, wo zuerst Zottenkuchler auftreten, lassen sich zwei wesentliche Reihen von Säugethieren unterscheiden, die man früher einer Ordnung, den Dickhäutern oder Pachydermen zuzählte und die außerdem bei weiterer Entwickelung einestheils in die Einhufer, anderntheils in die Wiederkäuer auslaufen. Die charakteristischen Unterschiede dieser Reihen liegen in der allmählichen Reduction der Zehen. Wahrscheinlich überall von der ursprünglichen Fünfzahl ausgehend, äußert sich diese Reduction bei der einen Reihe dahin, daß die Mittelzehe das Uebergewicht gewinnt und die beiden andern Paare der Zehen, inneres wie äußeres, nach und nach verkümmern, den Boden nicht mehr berühren oder ganz, bis in die Mittelfußknochen hinein, mit der Mittelzehe verschmelzen, sodaß diese zuletzt allein den Boden berührt und allein den ganzen Fuß bildet. Bei der andern Reihe bleiben die beiden mittlern Zehen im Vorsprunge (die dritte und vierte) sodaß die beiden innern und die äußern nach und nach in ähnlicher Weise verschwinden und dann der Fuß aus zwei Zehen besteht. Da mit diesen auffallenden Fußbildungen auch noch andere Eigenthümlichkeiten in Verbindung stehen und die Affiliation der ausgestorbenen, mit mehr Zehen versehenen Typen mit den jetzt lebenden bei den meisten deutlich nachgewiesen werden kann, so muß die frühere Ordnung der Dickhäuter gänzlich aufgehoben und in diese beiden Gruppen der Ungleichzeher und der Gleichzeher zerlegt werden. Die erste dieser Reihen gipfelt dann mit den Einhufern, die andere mit den Wiederkäuern. Die Zehen der Thiere in beiden Reihen sind mit Hufen versehen, in welchen meist das Zehenende wie in einem Schuh steckt, weshalb man sie auch als Hufthiere (Ungulata) bezeichnet hat.

Elfte Ordnung.
Einhufer (Solidungula).

Zottenkuchler mit einem einzigen Hufe [an] allen drei Zahnarten.

Der Schädel (Schädel des Pferdes, Taf. 7, Fig. 10 langgestreckt, pyramidal, die Stirn flach, die Kiefer vorgezogen und der Unterkiefer namentlich durch Entwickelung bemerklich; der Mund ist oben und mit sechs Schneidezähnen bewaffnet, welche an [der] eine bohnenförmige braune Vertiefung auf ihrer Schaufläche zeigen, die später durch die Abnutzung verschwi eine lange Zahnlücke, die bei der Anlegung Zaumes benutzt wird, wird nur von einem rudimentären Eckzahne unterbrochen, der zuweilen nicht zur Entwickelung kommt; die sechs Backzähne, in jeder Kieferhälfte stehen, sind vierseitig, nur erste und letzte dreiseitig, seitlich zusammengedrück auf der ebenen Kaufläche mit vier mannichfach wundenen Schmelzleisten gezeichnet. Bei sämmtl vier Füßen sind die obern Knochen der Extremi nur kurz, die der Mittelhand oder dem Mittel angehörigen aber bedeutend verlängert, und zwa es nur die mittlere Zehe, welche an dieser Verlänge theilnimmt und den Stützknochen des einzigen H bildet. Die Knochen der Hand- oder Fußwurzel nur kurz und in zwei Reihen gestellt, auf die [e] Reihe folgt der starke Mittelknochen der mittlern F zu dessen beiden Seiten oben noch kleine griffelförm Knochen, Rudimente der äußern Zehen, vorha sind; es wird dieser Knochen gewöhnlich das Sch bein genannt. Auf ihn folgen die beiden kurzen, beweglich verbundenen Zehenglieder, welche die F bilden, und als letzte Endigung das abgerundete glied, umgeben von dem Hufe, dessen untere Fl eine mehr oder minder halbmondförmige Gestalt [h] Die Haut aller Einhufer ist kurz und dicht behaa der Hals mit einer Mähne geziert und der Schwanz meist mit einem Büschel langer dicker Ha besetzt.

Die Einhufer sind gesellige Thiere, welche in Ru zusammen besonders gern die Hochebenen und gebi ten Plateaux bewohnen, wo sie gemeinschaftlich selbst und ihre Jungen gegen die Angriffe der Ra thiere vertheidigen. Wir haben bekanntlich zwei ten, das Pferd und den Esel, zu Hausthieren erzo Die erste Art ist in unzähligen Varietäten und Ra über die ganze Erde verbeitet, läßt sich [fast] an Klimate mit Ausnahme der heißesten und kältesten wohnen und ist in den Steppengegenden der Al und Neuen Welt nach der Zähmung aufs neue [ver]wildert, sodaß das ursprüngliche wilde Pferd nirgend mehr vorhanden ist; der wilde Esel dagegen findet als äußerst behendes, schlaues und flüchtiges Th auf den Gebirgsebenen Persiens und der Tatarei wo er Onager oder Kulan genannt wird. In [ge]zähmtem Zustande läßt sich der Esel bei weitem [n]o hoch nach Norden verpflanzen, als das Pferd, [a]n seine Entwickelung leidet sehr unter dem Einfluß kälterer Klimate. Die Bastarde zwischen beiden Arten Maulthier und Maulesel, sind in nördlichen Klimaten unfruchtbar, pflanzen sich aber in südlichen zuweilen fort und werden dort ihrer Ausdauer wegen außer ordentlich geschätzt.

In Beziehung auf die Färbung stehen sich die ur sprünglich asiatischen (oder vielleicht besser mittel ländischen) und die afrikanischen Arten streng ge sondert gegenüber. Die erstern sind alle einfarbig höchstens mit dunklerm Rückenstreifen, der sich beid seits auf die Schultern fortsetzt (Kreuzzeichnung). Hau

er gehört unser in unzählige Rassen aufgelöstes Pferd (Equus caballus, Fig. 9), das ursprünglich von einem kleinen, dickköpfigen, den jetzigen Tarpans der Mongolei ähnlichen wilden Thiere abstammen, aber auch theilweise mit afrikanischen Arten gekreuzt worden sein mag; der Esel (Equus asinus, Fig. 11), der Dschiggetai (Equus hemione), isabellfarbig. Die afrikanischen Pferde, die niemals zu Hausthieren gebändigt wurden, sind alle quergestreift, an den Füßen geringelt; hierher das ganz gestreifte Zebra (Hippotigris zebra, Fig. 12), das vorn gestreifte Quagga der Dauw; das hinten gestreifte, am Körper einfarbige Burchell's Pferd (Hippotigris Burchelli), alle häufig in Thiergärten.

Zwölfte Ordnung.

Vielzeher (Polydactyla).

Ungleichzeher mit drei oder vier Zehen, dicker Haut und schmelzfaltigen Jochen auf den Backzähnen. Plumpe Thiere.

Familie der Nashörner (Nasicornia). Der plumpe Körper ruht auf kurzen Beinen; die Haut ist fast nackt, panzerartig, in Falten gelegt, der Schädel dreieckig mit schiefer Stirnfläche, welche vorn gegen die Schnauze in ein oder zwei spitze, krumm gebogene, faserige Hörner trägt (Schädel des indischen Nashorns, Taf. 7, Fig. 6). Diese Hörner, welche nur mit der Haut zusammenhängen, stehen indeß auf den gewölbten Nasenbeinen, welche weit über die Kiefer vorragen und zuweilen selbst bei einigen fossilen Arten von einer knöchernen Nasenscheidewand gestützt werden. Die Schneidezähne wechseln bei den verschiedenen Arten sehr, indem bald gar keine oder vier kleine und unentwickelte oben und unten vorhanden sind; die Eckzähne fehlen stets; die durch eine Lücke getrennten Backzähne sind vierseitig, breit und erscheinen je nach dem Grade ihrer Abnutzung in sehr verschiedener Gestalt. Doch sieht man stets mehr oder weniger, besonders an den Unterkieferzähnen eine oder zwei halbmondförmige Leisten, deren Convexität nach außen gewendet ist. Die Füße haben vorn und hinten drei wenig getrennte, mit kleinen Hufen gedeckte Zehen. Die Thiere leben gesellig in den sumpfigen Tropenwäldern der Alten Welt.

Es gibt nur eine Gattung (Rhinoceros); die Arten unterscheiden sich hauptsächlich durch die Zahl der Hörner und die Falten der Haut. Einhörnige: das hier abgebildete indische Nashorn (Rhinoceros indicus, Fig. 5), auf dem Festlande Indiens; das javanische (Rhinoceros javanus); mit zwei Hörnern das sumatraische und afrikanische. Die Lebensart aller ist dieselbe, im Zorne sind sie fürchterlich.

Familie der Tapire (Tapirida). Thiere von schweinsartigem Habitus, mit kurzem Stummelschwanz, dünn behaarter Haut und einem kurzen, sehr beweglichen, als Tastorgan benutzten Rüssel, der die Unterlippe überragt. Der Schädel (Schädel des Tapirs, Fig. 8) ist hoch, vorn schmal; die kurzen Nasenbeine springen dachartig vor über die weit ausgeschnittene Nasenöffnung. Es finden sich oben und unten in den Kiefern sechs Schneidezähne und dann ein kurzer, nicht sehr bedeutend entwickelter Eckzahn, welchem in der Oberkinnlade sieben, in der untern sechs Backzähne folgen, die mit einfachen oder doppelten Querjochen versehen sind. Die Füße der Tapire sind schlank, die Zehen, deren sich vier an den Vorderfüßen, drei an den Hinterfüßen befinden, wohl getrennt und mit platten Hufklauen versehen. Die Thiere leben in sumpfigen Wäldern, an Moräften und Flußufern in Heerden und flüchten sich bei Gefahr gern ins Wasser, da sie vortrefflich schwimmen und tauchen.

Am längsten bekannt ist die in ganz Südamerika, besonders in den Niederungen verbreitete einfarbig graubraune Art, der Anta (Tapirus americanus, Fig. 7), von der Größe des Esels; erst später wurde in Hinterindien, Sumatra, der Schabrackentapir, Maiba (Tapirus indicus), mit weißem Kreuze, sonst schwarz und noch später eine kleinere Art mit Zottelhaaren (Tapirus villosus) in den Cordilleren entdeckt.

Gruppe der Gleichzeher (Artiodactyla).

Alle dieser Gruppe angehörigen Thiere gehen entweder wesentlich oder ausschließlich auf den beiden mittlern Zehen, der dritten und vierten. Selbst da, wo vier Zehen vorhanden, sind die beiden mittlern die stärksten, und wo sich nur drei finden, ist die Abweichung von der Gleichzahl dadurch bedingt, daß die eine äußere Zehe ganz rudimentär geworden, die andere aber noch in reducirtem Zustande erhalten ist. Am Unterarm und Unterschenkel verwachsen die beiden Knochen mehr oder minder, während die Mittelfußknochen sich nach der Zahl der Zehen reduciren und schließlich, bei den Wiederkäuern, ebenfalls zu einem einzigen Knochen verwachsen.

Dreizehnte Ordnung.

Schweinsthiere (Chaeromorpha).

Plumpe Thiere mit allen drei Arten von Zähnen, mehr als zwei Zehen, nackter oder borstiger Haut, ohne Hörner und zusammengesetztem Magen.

Familie der Flußpferde (Obesa). Höchst plumpe, große Thiere mit niedern Beinen, ungeheuerm Kopf, breiten Lippen, oben auf der Stirnfläche stehenden Augen, kurzen nackten Ohren und auf der Oberfläche der Lippen stehenden, verschließbaren Nasenlöchern. Der Schädel (Schädel des Flußpferdes, Taf. 7, Fig. 15) ist flach, mit fast röhrenförmig vorstehenden, ganz geschlossenen Augenhöhlen, ungeheuern Kiefern und höchst kleinem Hirnraum. Die Kiefer sind oben und unten mit vier kegelförmigen, fast wagerecht stehenden Schneidezähnen bewaffnet, auf welche die gewaltigen Eckzähne folgen, die im Unterkiefer ungemein massiv und säbelförmig nach außen gekrümmt sind, während die des Oberkiefers nur kurz erscheinen und stets gegen die innere Fläche der untern sich abnutzen; die Backzähne sind fast viereckig und, die hintern mit doppelten, in Längsreihen gestellten, dreiseitigen Kegelhöckern versehen, welche bei der Abnutzung kleeblattähnliche Zeichnungen bilden. Vor den eigentlichen Backzähnen stehen kleine unentwickelte Lückenzähne, welche nur einen Höcker zeigen. Die fast haarlose Haut ist ungeheuer dick, der Schwanz kurz, die Schnauze außerordentlich breit und aufgewulstet, die plumpen Füße mit vier nur wenig getheilten, fast gleichen Zehen versehen. Die jetzt lebende Art (Hippopotamus amphibius, Taf. 8, Fig. 1), welche die Familie bildet, hält sich nur in den großen Flüssen und Seen Afrikas auf, deren Ufer sie abweidet. Das Thier schwimmt und taucht vortrefflich. Ist der Behemoth der Bibel.

Familie der Schweine (Suida). Der Körper, der zwar immer noch plump, aber doch auf höhern und schlankern Beinen als beim Flußpferde getragen ist, wird von Borsten bedeckt, die zuweilen auf dem Rücken Borstenkämme und Mähnen bilden. Die Nase bildet mit der Oberlippe einen kurzen Rüssel, der zum Wühlen in der Erde geschickt ist. Die Schneidezähne (Schädel des Babirussa, Fig. 5) sind bei allen Schweinen vorhanden, aber nur wenig entwickelt; die Eckzähne hingegen sind sowol in dem Ober- als in dem Unter-

kiefer stark entwickelt und namentlich bei dem Männchen zu scharfkantigen Hauern ausgebildet, die bei den meisten Gattungen seitlich aus dem Munde hervorragen und als gefährliche Waffe dienen. Die Backzähne sind meist in ziemlicher Anzahl vorhanden, bis zu sieben in jeder Kieferhälfte, und auf der Mahlfläche mit stumpfen Zitzenhöckern versehen, die sich mehr oder minder abnutzen und dann rundliche oder kleeblattähnliche Zeichnungen bilden. An den Füßen sind die beiden Mittelzehen stärker verlängert, vollkommen frei und mit zwei großen Hufklauen versehen, womit die Thiere allein den Boden berühren. Die beiden äußern Zehen sind bei weitem kleiner, kürzer und durch zwei kleinere Afterklauen an der hintern Fläche der Füße angezeigt. Die Thiere dieser Familie sind über die ganze heiße und gemäßigte Zone aller Erdtheile verbreitet und als Nahrungsmittel geschätzt, weshalb die Zucht einiger Arten als wesentlicher Zweig der Landwirthschaft betrieben wird. Die wilden leben stets in großen Rudeln zusammen und lieben besonders morastige Waldungen.

Man unterscheidet viele Gattungen, und innerhalb dieser viele Arten. Unser Hausschwein ist wahrscheinlich aus einer wilden indischen Art und einer in Europa ausgestorbenen Varietät, dem Torfschweine, aufgezüchtet und durch Vermischung mit andern wilden Arten aus unserm Wildschweine (Sus scrofa, Fig. 4) weiter ausgebildet worden. Sehr verschieden von den eigentlichen Schweinen sind die Hirscheber (Porcus babyrussa) auf den Molukken, hochbeinige, schlanke Thiere, deren obere Eckzähne hörnerartig gebogen nach der Stirn hin umwachsen, die amerikanischen Nabelschweine oder Pecari (Dicotyles torquatus, Taf. 7, Fig. 14) mit sehr wenig entwickelten Eckzähnen, die nicht hervorstehen, dreizehigen Hinterfüßen, deren Außenzehe verkümmert, ist und einer Drüse auf dem Rücken, die ein stinkendes Secret liefert; endlich die afrikanischen Warzenschweine, mit ungeheuern Hauern und dicken Warzen unter den Augen, deren Backzähne allmählich bis auf einen abgestoßen werden, der sehr lang ist, bis 14 Höckerpaare trägt und abgenutzt fast einem Elefantenzahne ähnlich ist. Der Emgalo (Phacochaerus aethiopicus, Fig. 13), der zu dieser Gruppe gehört, soll wegen seiner Wildheit und der fürchterlichen Wunden, die er schlägt, von den Kaffern mehr gefürchtet werden als der Löwe.

Vierzehnte Ordnung.

Wiederkäuer (Ruminantia).

Zottenkuchler mit zwei Zehen, von Hufen bekleidet, und zusammengesetztem Magen, an welchem eine Schlundrinne die abermalige Herausbeförderung des schon verschluckten Futters vermittelt.

Alle diese Thiere sind reine Pflanzenfresser mit verhältnißmäßig kleinem, langgestrecktem Kopf und vorgezogenen, schwachen Kiefern, die sehr abweichend von andern Säugethieren bezahnt sind; in dem Zwischenkiefer fehlen nämlich mit Ausnahme des Kamels (Schädel des Kamels, Taf. 10, Fig. 1) die Schneidezähne durchaus und sind durch einen harten, schwieligen Wulst der innern Mundhaut ersetzt; in der Unterkinnlade (Schädel des Stiers, Taf. 8, Fig. 8) dagegen finden sich sechs bis acht meißelartige, schief nach außen gerichtete Schneidezähne in einem Halbkreise gestellt. Die Eckzähne wechseln ausnehmend in ihrer Entwickelung, bei den meisten Gattungen fehlen sie ganz, sodaß eine lange, ununterbrochene Zahnlücke sich von den Schneide- zu den Mahlzähnen hinzieht; bei andern sind sie klein, hinfällig oder nur bei Männchen entwickelt, bei wenigen bedeutend groß, und die des Oberkiefers (Schädel des Moschusthiers, Taf. 9, Fig. 11) zu langen krummen Haken ausgebildet, welche aus dem Maul nach unten herausstehen. Die Backzähne sind meistens in der Zahl von sechs in jeder Kieferhälfte vorhanden, haben eine prismatische Gestalt, eine quere Kaufläche, auf welcher sich zwei Paare von halbmondförmigen Schmelzfalten zeigen, die der Länge nach gestellt sind und deren Convexität im Unterkiefer nach außen, im Oberkiefer nach innen schaut. Die Augenhöhle des knöchernen Schädels ist stets vollkommen abgeschlossen, das Stirnbein häufig ausgezeichnet durch besondere Auswüchse und Knochenzapfen (Schädel der Giraffe, Taf. 10, Fig. 4), welche als Hörner oder Geweihe nach außen vorstehen. Sämmtliche Füße enden in zwei mit dreieckigen Hufen bekleidete Zehen, die gewöhnlich vollständig voneinander getrennt sind. Untersucht man das Skelet (Skelet des Kamels, Taf. 9, Fig. 13: a das Schulterblatt, b Oberarmbein [humerus], c Unterarm, d Handwurzel [fälschlich Knie genannt], e Mittelfußknochen [canon], f Zehen, g Zehen des Hinterfußes, h Canon desselben, i Fußwurzel, k Unterschenkel, l Oberschenkel) eines solchen Fußes, so findet man, daß in ähnlicher Weise wie bei den Einhufern der dem Mittelfuße entsprechende Theil es ist, welcher durch seine Verlängerung auch die Vergrößerung des Fußes herbeiführt. Dieser Mittelfußknochen aber ist bei den Wiederkäuern deutlich aus zwei in der Mittellinie zusammengeschweißten Hälften zusammengesetzt und hat unten für jede aus drei Gliedern zusammengesetzte Zehe einen besondern rollenförmigen Gelenkkopf. Häufig noch zeigen sich an der hintern Fläche dieses verschmolzenen Mittelfußknochens griffelförmige Ansätze, Rudimente der beiden äußern Zehen, welche besondere kurze Zehenglieder und Afterklauen tragen, sodaß in Wahrheit vier Zehen, zwei ausgebildete und zwei verkümmerte existiren, deren Mittelfußknochen zu einem einzigen Cylinder verschmolzen sind.

Von manchen anatomischen Eigenthümlichkeiten erscheint als die vorstechendste die Bildung des Magens, welche mit dem sonderbaren Wiederkauen, das man bei allen Thieren dieser Ordnung beobachtet, in Zusammenhange steht. Der Magen der Wiederkäuer (Taf. 8, Fig. 6) ist nämlich in drei oder vier Abtheilungen zerfällt, von welchen stets die letzte den Pförtnerantheil bildet, während die zwei oder drei ersten Säcke dem Speiseröhrentheile angehören. Nehmen wir als Beispiel den Magen des Schafs, so findet sich hier die Einmündung der Speiseröhre nicht in dem Punkte, wo drei Abtheilungen dieses Magens zusammenstoßen; die größte, am meisten nach links gelegene, mehrfach gelappte Abtheilung, in welche das Futter unmittelbar aus der Speiseröhre durch eine weite Oeffnung eintritt, zeigt auf ihrer Innenfläche eine dicke, fast hornartige Schicht von Epithelium, die heißt der Pansen (d; Rumen, Ingluvies); aus dem Pansen führt eine ziemlich weite Oeffnung nach rechts hin in den Netzmagen oder die Haube (c; Reticulum, Ollula), welche unmittelbar unter der Speiseröhre liegt, auf ihrer Oberfläche mit maschenartigen Zellen versehen ist und einen sauern Magensaft absondert. Das Futter, welches in kleinen Portionen aus dem Pansen, wo es mit speichelartigem Magensafte durchweicht wurde, in den Netzmagen trat, wird von diesem durch eine Oeffnung in die Speiseröhre zurückgetrieben, gewissermaßen erbrochen, und gelangt so wieder in den Mund, in welchem es aufs neue durchgekaut wird. Beim zweiten Hinabschlucken ändert es indeß seinen Weg und geht nicht wieder in den

laufen, sondern an diesem und dem Netzmagen vor- ü in den dritten Magen. Die Speiseröhre setzt sich ünlich nach rechts hin in Gestalt einer muskulösen lne fort, welche durch zwei lippenartige Falten ge- det wird, deren Ränder sich fest aneinanderlegen p so die Rinne zur Röhre umgestalten können. hm zweiten Hinabschlucken nach dem Acte des iederkauens gleitet das Futter in dieser Schlund- ne unmittelbar in den dritten Magen, der eine ndliche Form hat und auf der Oberfläche mit einer enge längsgestellter Blätter geziert ist, welche ihm n Namen des Buches, des Psalters oder Blätter- agens (b; Omasus, Psalterium) verschafft haben; s diesem führt eine Oeffnung in die letzte, darm- rmige Portion, den Pförtnertheil des Magens, wel- r hauptsächlich die Stätte für die Absonderung des uern Magensaftes ist und wegen seiner die Milch rinnen machenden Eigenschaft der Lab- oder Käse- agen (e; Abomasus) genannt wird. Die große mplication der Magenbildung steht ohne Zweifel t dem Umstande in Zusammenhang, daß alle Thiere ser Ordnung auf Gräser und Kräuter zur Nahrung gewiesen sind, d. h. auf Pflanzentheile, die sehr nig Substanzen enthalten, aus denen Fleisch und ut gebildet werden können; sodaß eine bedeutende enge von Futter in dem Extractionsapparate des agens behandelt und der Prozeß der Ausziehung bst so vollständig als möglich durchgeführt werden ch, wozu das öftere Durchweichen mit verschieden sammengesetzten Magensäften und die bedeutende rkleinerung und Verarbeitung der Futtermasse die jentlichsten Hülfsmittel sind. Der Darmkanal der iederkäuer, welcher im übrigen keine wesentlichen igenthümlichkeiten zeigt, macht sich durch seine außer- dentliche Länge bemerkbar, indem er wenigstens elf- s zwölfmal, manchmal vierundzwanzigmal so lang s der Körper ist. Die Zitzen liegen bei allen weit ch hinten zwischen den Hinterschenkeln.

Die Ordnung der Wiederkäuer ist diejenige, welche ie wesentlichste Fleischnahrung des Menschen liefert; lle Thiere dieser Ordnung werden gegessen und die ucht einiger Arten bildet die wesentlichste Grundlage, ne Hauptbedingung für die Möglichkeit einer größern usdehnung des Menschen an gewissen Orten und der araus hervorgehenden Civilisation. Alle diese Thiere eben gesellig in Heerden, und zwar meistens in der rt, daß ein einziges älteres Männchen als Haupt es aus Weibchen und Jungen zusammengesetzten udels erscheint.

Familie der Kamele (Tylopoda). Weder Hörner noch Geweihe. Im Oberkiefer (Schädel des Kamels, af. 10, Fig. 1) ein äußerer Schneidezahn, der neben en Eckzahn rückt. In der Zahnlücke ein eckzahnartiger ückenzahn, der oft ausfällt. Die Thiere treten nicht mit den Zehen, sondern mit einer unter denselben ent- ickelten schwieligen Sohle auf. Man unterscheidet zwei ruppen: die Kamele der Alten Welt (Camelus), roß, hochbeinig, langhalsig, mit ganzer Schwielen- ohle, Schwielen an Knien und Brust zum Nieder- nien und Niederlegen, straffem Haar und einem oder wei schlaffen Fetthöckern auf dem Rücken. Sind seit nvordenklicher Zeit gezähmt und wild nicht mehr vor- anden. Das Dromedar (Camelus dromedarius) haupt- ächlich von den Arabern gezüchtet und mit diesen ver- breitet, mit einem Höcker, darunter die sehr schlanken, höchst schnellen Rennkamele (Mehari); und das Trampel- hier (Camelus bactrianus, Taf. 9, Fig. 12), von der Mongolenrasse gezüchtet und mit dieser verbreitet, mit zwei Höckern. Die Kamele der Neuen Welt (Auchenia), in den Berggegenden Südamerikas, haben geraden Rücken, langes feines Wollhaar und eine gespaltene Schwielensohle, sodaß jede Zehe mit ihrem Oberhuf isolirt ist. Das als Lastthier in den Cordilleren gezähmte Lama (Auchenia Lama, Taf. 10, Fig. 2), stammt von dem wilden Guanaco; das Alpaca (Auchenia paca) und Vicunia (Auchenia Vicunna) werden wie unsere Schafe, der Wolle und des Fleisches wegen gezüchtet.

Die Familie der Giraffen (Devexa) wird nur von der einzigen bekannten jetztlebenden Art gebildet. Die Giraffe (Camelopardalis Giraffa, Taf. 10, Fig. 3) zeichnet sich durch den auffallend langen Hals, den kurzen Körper mit abschüssiger Rückenlinie und den kleinen Kopf mit doppelten vom Felle überzogenen, knöchernen Hornzapfen vor den übrigen Wiederkäuern aus. Das Gebiß ist vollkommen dem der Hirsche analog, oben und unten mit sechs Backzähnen, nur fehlen ihm die Eckzähne durchaus. Die Zunge ist sehr lang, fast wurmförmig, und dient zum Ergreifen und Abbrechen der Zweige. Auf dem Stirnbeine stehen vorn zwei kurze, senkrechte Hornzapfen, und beim Männchen hinter denselben noch ein kleinerer mittlerer, die alle von behaarter Haut überzogen sind. Die ungemeine Höhe des Widerristes ist weniger durch die Länge der Vorderbeine, als vielmehr durch die ungemeine Entwickelung der Dornfortsätze der Rückenwirbel bedingt. Den Füßen fehlt die Afterklaue und die Schwiele. Die jetzt lebende Gattung, die eine Höhe von 18 Fuß erreicht, ist auf die Tropenzone des afrikanischen Continents beschränkt.

Die Familie der Moschusthiere (Moschida) wird aus netten, zierlichen, rehartigen Thieren gebildet, die aber keine Geweihe tragen, während die Männchen (Schädel des Moschusthiers, Taf. 9, Fig. 11) große Eckzähne besitzen, welche wie etwas gekrümmte Dolchklingen aus dem Maule hervorragen. Bei dem echten Moschusthiere (Moschus moschiferus, Fig. 10), das die Größe eines Rehes erreicht und in Centralasien vorkommt, findet sich nur bei dem Männchen zwischen Nabel und Penis ein großer platter Drüsensack in der Bauchhaut, der den bekannten Moschus liefert. Bei den Zwergmoschusthieren (Tragulida) fehlt der Moschusbeutel und der Blättermagen; das Gebiß ist wie das der andern; einige Arten erreichen nur die Größe des Hasen.

Die zahlreiche Familie der Hirsche (Cervida), überall als Wild geschätzt, charakterisirt sich einestheils durch die Afterklauen und die großen Thränengruben unter den Augen, welche eine schmierige Flüssigkeit absondern, anderntheils durch die eigenthümliche Art zackiger Hörner, die man als Geweihe bezeichnet, die fast überall nur den Männchen zukommen und zu bestimmten Zeiten gewechselt werden. Nur bei der Untergruppe der Rennthiere besitzt auch das Weibchen Geweihe, die aber weit kleiner und schwächer sind, als diejenigen der Männchen. Der Wechsel der Geweihe steht mit der Geschlechtsfunction in engster Beziehung; castrirte Hirsche setzen keine neuen auf, werfen aber auch die vorhandenen nicht ab. Als Basis dieser Geweihe findet sich auf dem Stirnbeine ein Knochenzapfen, der nach oben einen Kranz bildet, auf welchem das neue Horn sich aufsetzt; dieses bildet sich ganz in ähnlicher Weise, wie die neue Knochenmasse oder der Callus nach Verletzungen von Knochen, indem eine Entzündung entsteht, welche Knorpelmasse absondert, die von der Haut überzogen ist; der ästige Knorpelstab wächst sehr schnell heran, vergrößert sich immer mehr und verknöchert endlich gänzlich in aufsteigender Richtung von dem Stirnbeine her. Sobald die Verknöcherung vollständig geworden ist, so fängt die umhüllende Haut, der sogenannte Bast, an zu vertrocknen und wird dann meistens von den Thieren selbst durch

Reiben und Schlagen an Bäumen entfernt. Die Männchen haben oft Eckzähne, die aber stets klein bleiben.

Das Rennthier (Tarandus rangifer, Fig. 7), das Hausthier des hohen Nordens, hat in beiden Geschlechtern Geweihe. Eine Augenzinke stellt sich meist unsymmetrisch senkrecht über die Nase. Hufe sehr breit und tief gespalten. Mähne am Halse. Stangen der Geweihe am Ende verbreitert. Das Elenthier (Alces jubata, Fig. 6) in den kalten Gebieten beider Welttheile, mit sehr hohen Beinen, breiter Oberschnauze, die wie eine kurze Schürze über das Maul hängt, und fast unmittelbar verbreiterten Geweihen; unser Edelhirsch (Cervus elaphus, Fig. 8) mit vielfach verästeltem Geweih, dem in Amerika der Wapiti (Cervus canadensis), weit größer an Gestalt und Geweih, entspricht; das Reh (Cervus capreolus, Fig. 9), und bis in die Tropen eine Menge verschiedener Arten.

Familie der Hohlhörner (Cavicornia). Ohne Zweifel die wichtigsten unter allen Thierfamilien für die Oekonomie des Menschen. Das Stirnbein trägt bei diesen Thieren in beiden Geschlechtern kurze, solide, zugespitzte Knochenzapfen, über welchen sich eine hohle Hornscheide ausbildet, die beständig bleibt, durch Ansatz neuer Schichten an der Haut nach außen fortwächst und so die hohlen Hörner bildet, welche bei einigen Gattungen nur bei den Männchen, bei den meisten in beiden Geschlechtern vorkommen. Allen Hornthieren fehlen die Eckzähne; die zweizehigen, mit großen, tiefgespaltenen Hufen versehenen Füße zeigen stets noch zwei hintere Afterklauen. Man kann unter ihnen mehrere Gruppen unterscheiden: Die Antilopen mit vollen, festen Knochenzapfen, die zuweilen selbst den Geweihen der Hirsche ähnlich werden und in der That auch bei einer Gattung, der Gabelgemse der amerikanischen Felsengebirge (Dicranoceros furcifer) auf einem Rosenstocke stehen und abgeworfen werden, sodaß hierdurch ein Uebergang zu den Hirschen vermittelt wird, mit schlankem, meist hirschähnlichem Körper und oft mit Thränengruben unter den Augen; theils in den Wüsten und Ebenen der südlichen Zone des alten Continents, theils auch, wie die Gemsen und Gabelgemsen, auf den höchsten Gebirgen, an der Grenze des ewigen Schnees in Europa, Asien und Amerika einheimisch. Wir bilden aus dieser Gruppe ab: die Gemse (Capella rupicapra, Fig. 2) auf den europäischen Hochgebirgen, Isard in den Pyrenäen genannt, mit ziegenähnlichem Habitus; die Canna (Oreas Canna, Fig. 3) oder Elen-Antilope, großes schweres Thier aus Südafrika; die zierliche leichtfüßige Gazelle (Gazella Dorcas, Fig. 4), einem Reh im Habitus ähnlich, in Nordafrika und Arabien; das mehr pferdeartige Gnu (Catoblepas Gnu, Fig. 5), ein wildes unzähmbares Thier aus Südafrika, mit seltsam gekrümmten, auf der Stirn zusammenstoßenden Hörnern. — Eine zweite Gruppe würde die Schafe und Ziegen umfassen, mit mehr oder minder zusammengedrückten, nach der Seite gebogenen Hörnern, häufig mit Thränendrüsen und Klauendrüsen und meist behaarter Muffel, deren Charaktere aber so ineinanderlaufen, daß keine feste Grenze zu ziehen ist und auch die Thiere untereinander fruchtbare Bastarde erzeugen. Hierher die Schafe mit spiralig nach der Seite gedrehten Hörnern, bartlosem Kinn, behaarter Schnauzenspitze, Thränengruben und Klauendrüsen, und unter diesen unser Hausschaf (Ovis aries, Taf. 8, Fig. 12), mit unendlichen, durch Zucht gebildeten Varietäten, vielleicht von dem noch in den Mittelmeergegenden wildlebenden Mufflon (Ovis musimon, Fig. 13) hervorgehend. Zu den Ziegen mit kantigen Hörnern und Bart, ohne Thränengruben und Klauendrüsen gehört unsere gemeine Ziege (Capra hircus, Fig. 14), ebenfalls in zahllosen Varietäten von alters her gezüchtet und der jetzt fast in den Alpen ausgerottete Steinbock (Capra Ibex, Taf. 9, Fig. 1), welcher in andern Gebirgen (Sierra-Nevada, Kaukasus, Pyrenäen, Sinai u. s. w.) nahe verwandte Arten aufzuweisen hat. — Die dritte Gruppe ist diejenige der Rinder, mit schwerem, plumpem Körper, nach außen gewandten Hörnern, porösen Stirnzapfen, nackter Muffel, ohne Thränengruben und Klauendrüsen. Hierher unser Hausrind (der Stier, Bos taurus, Taf. 8, Fig. 7), das wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, vom Ur (Bos primigenius) abstammt, der noch im Mittelalter in Centraleuropa wild lebte und oft gejagt wurde. Eine andere wilde Art, der Auerochs oder Wisent (Bison europaeus, Fig. 9), der nie gezähmt wurde, lebt noch im Kaukasus und dem Walde von Bialowiß und ist dem nordamerikanischen Bison (Bison americanus, Fig. 10) nahe verwandt. Höchst eigenthümlich ist endlich der Moschusochse (Ovibos moschatus, Fig. 11) in den nordamerikanischen Polargegenden, der den Uebergang zu den Schafen bildet und früher zur Eiszeit bis nach Mitteleuropa verbreitet war.

Gruppe der Fischsäuger (Natantia).

Der wesentliche Charakter dieser Gruppe besteht in der fischähnlichen Gestalt, der nackten Haut, die nur einige Tasthaare an den Lippen zeigt, dem Fehlen der Hintergliedmaßen, der Umwandlung der Vordergliedmaßen in Flossen, innerhalb welcher die durch Knochen articulirte Stücke repräsentirten Zehen dicht von der Haut umschlossen stecken, und im Vorhandensein einer wagerecht gestellten, von Sehnenhaut gestützten Schwanzflosse. Die meist geselligen und oft ungemein großen Thiere bewohnen nur das Meer oder die Buchten und großen Ströme, in welche sie hinaufsteigen.

Funfzehnte Ordnung.
Seekühe (Sirenia).

Kopf vom Rumpfe durch einen Hals unterschieden. Weiche Lippen mit großen Tasthaaren besetzt. Nasenlöcher am Vorderrande der Schnauze, nicht zu Spritzlöchern umgewandelt. Verschiedene Arten von Zähnen; Backenzähne mit breiter Krone. Zitzen an der Brust. Pflanzennahrung.

Die Seekühe schließen sich durch ihre innere Organisation, abgesehen von der Anpassung an den Aufenthalt im Wasser, am nächsten an die Tapire an. Der verhältnißmäßig kleine Kopf ist nur wenig von dem Körper abgesetzt, aber mit dick aufgewulsteten fleischigen Lippen versehen, die mit starken Barthaaren besetzt sind. Die getrennten Nasenlöcher stehen weit auf der Spitze der Schnauze und die Nasengänge zeigen keine Spur jenes Spritzapparates, der die Wallfische so auszeichnet; die beiden Hälften des Herzens sind so tief voneinander getrennt, daß dasselbe fast aus zwei nur an einer Stelle miteinander verwachsenen Herzen zu bestehen scheint. Die Bezahnung ist sehr verschieden, namentlich in Bezug auf die Vorder- und Eckzähne; überall sind aber Mahlzähne vorhanden, welche auf das deutlichste auf Pflanzennahrung hinweisen. Die beiden Zitzen liegen vorn an der Brust, nicht hinten am After; die Haut ist meistens mit einzelnen Borsten besetzt; der Gesichtstheil des Kopfes ist bedeutend kürzer im Verhältniß zum Schädel als bei den Walen, der Unterkiefer meist kräftig und hoch und mit einem wohlentwickelten aufsteigenden Aste versehen. Die Thiere dieser Unterordnung leben

e nur an den Küsten, und namentlich in den
ündungen großer Flüsse, an deren Ufern sie sich von
wächsen nähren.

Die Familie der Borkenthiere (Rhytinida) lebte
ch bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts etwa
den Küsten Kamtschatkas und der Kurilen, ist aber
dem gänzlich ausgestorben. Die einzige Art, von
cher nur wenige Fragmente und eine sehr genaue Be-
chreibung eines Augenzeugen (Steller's) übrig sind, der
zehn Monate lang beobachtete, war ein plumpes Thier
t etwa zwanzig Fuß Länge, dessen Haut eine Art
ler rissiger Borke darstellte, welche aus miteinander
wachsenen, senkrechten Hornröhren oder Haaren ge-
det ist. In jeder Kieferhälfte fand sich oben und
ten nur eine einzige breite Zahnplatte ohne Wurzel,
eine zungenförmige Gestalt besitzt und aus senk-
chten Schmelzcylindern oder Zahnröhren zusammen-
esetzt ist, welche miteinander verschmolzen sind.

Die eigentlichen Seekühe (Manatida) besitzen stets
e dünne behaarte Haut und unterscheiden sich wesent-
h durch ihre Bezahnung von der vorigen Familie.
i der Oberkinnlade besitzen sie zwei Schneidezähne,
elche bei der einen Gattung (Manatus) frühzeitig
usfallen, bei der andern aber, wo Ober- und
nterkiefer plötzlich sich nach unten biegen, sich zu
ahnförmigen Stoßzähnen entwickeln; im Unterkiefer
ehlen diese Vorderzähne stets; immer finden sich bei
en jungen Thieren wenigstens fünf Mahlzähne in
dem Kiefer, die eine elliptische Gestalt und quer-
altete Kronen besitzen, deren Leisten sich nach und
ach abnutzen (Schädel des Dugong, Taf. 10, Fig. 6).
n dem alten Dugong bleiben in jedem Kiefer nur
wei solcher Zähne übrig, während bei dem Manati
ch acht oder zehn erhalten und an den Flossen auch
puren von Nägeln vorkommen. Letztere, hier ab-
ebildete Art, der Manati (Manatus australis, Fig. 5),
ndet sich ungemein häufig im Unterlaufe der großen
Ströme des östlichen Südamerika an einzelnen Orten,
esonders im Amazonenstrome; eine andere (Manatus
enegalensis) im westlichen Afrika; der Dugong (Halicore)
im Rothen Meere.

Sechzehnte Ordnung.

Wale (Cetacea).

Nasenlöcher in Spritzlöcher umgewandelt, oben auf dem Kopfe, der ungeheuer groß ist. Lippen ohne Borsten. Niemals verschiedenartige Zähne. Zitzen am After. Häufig eine Rückenflosse.

Der Kopf ist ungemein groß, sodaß er bei manchen ein Drittel der ganzen Länge des Thiers einnimmt, und der Schädel (Schädel des Delphins, Taf. 10, Fig. 8) meist in der Art unsymmetrisch ausgebildet, daß die der rechten Seite angehörigen Knochen größer und länger, die Oeffnungen der linken Seite (Nasenloch ꝛc.) größer sind. Eine besondere Eigenthümlichkeit des Schädelbaues liegt noch in der Structur des Felsenbeins, welches von elfenbeinerner Härte und mit den übrigen Theilen des Schläfenbeins nicht verwachsen, sondern nur durch Bandmasse und Fasern verbunden ist, sodaß es bei der Fäulniß der Theile lose wird; eine Bildung, die übrigens auch den Seekühen eigen ist. Der Rachen ungeheuer weit gespalten, die Kiefer bei den Embryonen stets, bei den Alten nicht immer mit einer oft großen Anzahl spitzer, kegelförmiger Zähne bewaffnet, die in der ganzen Länge des Kiefers keinen Unterschied zeigen und mit einer einfachen Wurzel in den Zahnhöhlen der Kinnladen stecken. Das Gehirn der Wale ist auffallend in die Breite entwickelt — seine Windungen meist tief und zahlreich. Das Auge der Walthiere ist verhältnißmäßig sehr klein und liegt tief unten an der Seite des Kopfes, meist unmittelbar über dem Winkel der Mundspalte. Sehr ausgezeichnet ist die Bildung der Nase, welche ganz die Bedeutung eines Geruchsorgans verloren hat und nur noch Luftweg ist, womit der gänzliche Mangel eines Riechnerven zusammenhängt. Das einfache oder doppelte Nasenloch steht oben auf der Fläche des Kopfes und führt senkrecht hinab in die meist zellig verzweigten Nasengänge, die sich senkrecht nach dem Rachen zu fortsetzen. Das Gaumensegel ist fast horizontal gestellt und umfaßt nach hinten zu die auf der Spitze eines vorragenden Kegels angebrachte Stimmritze so genau, daß der Luftweg gänzlich von der Rachenhöhle und dem Schlunde abgeschieden werden kann. Die mit Wasserdampf geschwängerte Luft, die von Zeit zu Zeit nach langen Intervallen mit großem Geräusche ausgestoßen wird, bildet in der kältern Luft einen Dunststrahl, der wie ein Springbrunnen aus diesen senkrecht gestellten Spritzlöchern hervorbricht.

Die Haut der Walthiere ist vollkommen haarlos, die Specklage verhältnißmäßig sehr dick; sie haben nur zwei Zitzen, welche in Hautfalten verborgen unmittelbar neben dem After weit nach hinten liegen, und werfen gewöhnlich nur ein einziges Junges, welches von der Mutter mit großer Zärtlichkeit geschützt wird. Auch die Bildung der Verdauungsorgane ist eigenthümlich; weiche Lippen, welche sonst fast allen Säugethieren mit Ausnahme der Schnabelthiere zukommen, fehlen den eigentlichen Walthieren durchaus, der Schlund ist meistens nur eng, der Magen dagegen aus mehrern Abtheilungen zusammengesetzt, die oft wieder in untergeordnete Höhlen zerfallen, sodaß kaum bei den Wiederkäuern eine zusammengesetztere Magenbildung gefunden werden dürfte.

Familie der Delphine (Delphinida). Schlanke Thiere mit langen Kiefern, die oben und unten mit spitzen, kegelförmigen Zähnen besetzt sind, welche keine Unterschiede zeigen. Meist nur ein einziges, halbmondförmiges Spritzloch. Man unterscheidet die Meerschweine (Phocaenida) mit vorn abgerundetem Kopfe, worunter die furchtbaren Butzköpfe (Orca), die selbst den Walfisch angreifen; die Grinde (Globiceps) im Nordmeere; die Tümmler (Phocaena) im Mittelmeere, und die Schnabeldelphine mit sehr langen Kiefern, darunter der eigentliche Delphin (Delphinus delphis, Fig. 7) im Nordmeere, die Boten (Inia) im Amazonenstrome, der Susuk (Platanista) im Ganges. Arge Fischvertilger.

Familie der Narwale (Monodontia). Im Oberkiefer entwickelt sich, meist links, nur ein einziger spiraliger Stoßzahn, der dem fabelhaften Einhorn aufgesetzt wurde. Die typische Art, der Narwal (Monodon monoceros, Fig. 9), im nördlichen Polarmeere, bis 20 Fuß lang.

Familie der Potwale (Physeterida), Kopf ungeheuer, am Vorderende steil abgestutzt, am Schädel der Kiefer sehr lang vorgezogen (Schädel des Potwals, Fig. 10); der Raum zwischen dem Hirnraume und der Schnauzenspitze mit Zellen erfüllt, in welchen sich der Walrath (Spermaceti) ansammelt, dicke konische Zähne nur im Unterkiefer. Nähren sich hauptsächlich von Tintenfischen. Der Cachalot, Spermfisch (Physeter macrocephalus) im Nordmeere; ähnliche Arten im Südmeere.

Familie der Walfische (Balaenida). Keine Zähne; im Oberkiefer, der stark aufgebogen ist, senkrecht und quergestellte unten zerfaserte Hornplatten (Barten) (Schädel des Walfisches, Fig. 12). Im Embryo kleine

Zähne, die sich nicht entwickeln. Schlund sehr eng. Zwei Gruppen: Glattwale (Leiobalaena) ohne Rückenflosse. Hierher der grönländische Walfisch (Balaena mysticetus, Fig. 11), bis 60 Fuß lang, mit sehr dicker Speckdecke. Früher im ganzen Nordmeere, jetzt bis zum Polareise verjagt. Entsprechende Art im Südpolarmeere. Nähren sich hauptsächlich von kleinen Mollusken. Zweite Gruppe: Finnfische (Balaenopterida) mit einer Rückenflosse (Finne) und weit dünnerer Speckdecke. Hierher der bis 100 Fuß Länge erreichende nordische Finnfisch (Balaenoptera boops, Fig. 13).

Siebzehnte Ordnung.

Zahnarme (Edentata).

Zottenkuchler mit vier Füßen, wenig freien Zehen, vornseitlich zusammengedrückten Krallen, wurzel- und schmelzlosen Zähnen, die nicht gewechselt werden und zuweilen ganz fehlen oder nur in geringer Zahl vorhanden sind. Einfacher Uterus.

Der Schädel dieser Thiere ist bei den insektenfressenden Gattungen langgestreckt, fast cylindrisch, der Hirntheil sehr klein, die Kiefer sehr lang, aber schwach und wenig entwickelt; bei den pflanzenfressenden Faulthieren ist der Schädel rund, die Kiefer kurz, hoch und stark. Einigen Gattungen fehlen alle Zähne durchaus, bei andern existiren nur wenige, schlecht entwickelte Backzähne aus einem einzigen Schmelzprisma gebildet, das vollkommen wurzellos ist und eine weichere Zahnsubstanz umschließt; bei andern treten hierzu noch kleine, stumpf kegelförmige Eckzähne und nur eine einzige Art besitzt zwei kleine unausgebildete Vorderzähne, die in ihrer Structur ganz den Backzähnen ähnlich sind. Die Wirbelsäule dieser Thiere ist stets sehr kräftig, die Halswirbelsäule einiger Arten dadurch ausgezeichnet, daß bis zu neun Wirbeln darin vorkommen; der Schwanz gewöhnlich lang; die Extremitäten meist kurz, dick, in ihrer ganzen Structur plump und ihre Knochen oft in seltsamer Weise miteinander verwachsen. Die Zehen der Thiere sind selten vollständig getrennt, meist nur gegen die Spitze hin geschieden, hier aber mit ungeheuer langen, gebogenen Sichelkrallen bewaffnet, welche besonders zum Aufgraben der Erde oder zum Umfassen von Bäumen geschickt erscheinen. Das Gehirn ist klein, ohne Windungen oder nur mit sehr flachen Furchen versehen; die Hemisphären des großen Gehirns decken das kleine Gehirn nicht. Das äußere Ohr fehlt vielen Arten, ist aber bei andern sehr entwickelt; die Zunge ist meist sehr lang, wurm- oder riemenförmig. Die Verdauungsorgane je nach der Nahrung verschieden gebildet. Die Hoden liegen stets in der Bauchhöhle. Bei den Weibchen mündet die Harnröhre in die Scheide und bildet einen Sinus urogenitalis. Hierdurch, sowie durch das mangelhaft ausgebildete Gehirn, die bei einigen gespaltene Ruthe, schließen sich die Zahnarmen am nächsten an die Beutelthiere an, von welchen sie sich freilich durch viele Eigenthümlichkeiten entfernen. Es sind träge, meist nächtliche Thiere von äußerst stumpfen Sinnen, die theils in Erdlöchern, theils auf Bäumen vereinzelt leben und höchstens die Größe eines mäßigen Hundes erreichen.

Familie der Faulthiere (Tardigrada). Der Körper ist schwanzlos, mit langen, trockenen Haaren bedeckt, der Kopf (Schädel des Faulthiers, Taf. 10, Fig. 19) rundlich, die Kiefer kurz, nur mit einwurzeligen, schmelzlosen Backzähnen besetzt, ohne Schneide- und Eckzähne, das Jochbein nicht geschlossen, der Jochbogen des Oberkiefers mit einem langen Fortsatz versehen, der nach unten über den Unterkiefer herübergreift, die Gliedmaßen sehr lang, besonders die vordern, an denen Elle und Speiche umeinander gerollt werden können, wie bei den Affen, und mit langen, scharfen Sichelkrallen bewaffnet; der Magen aus drei Theilen zusammengesetzt. Südamerikanische Kletterthiere, die sich äußerst träge bewegen und von Blättern leben. Sie hängen meist still in der abgebildeten Stellung (Zweizehiges Faulthier, Choloepus didactylus, Taf. 11, Fig. 1) an den Bäumen. Der Ai (Bradypus) hat drei, der Unau (Choloepus) zwei Zehen an den Vorderfüßen.

Familie der Gürtelthiere (Cingulata). Der Körper ist mit knöchernen, mit Horn überzogenen Platten bedeckt, die vorn und hinten einen zusammenhängenden Panzer, in der Mitte aber Ringe bilden, so daß das Thier sich zusammenkugeln kann. Sonst rauhe Borstenhaare. Einfache cylindrische Zähne (Schädel des Gürtelthiers, Taf. 10, Fig. 18), die nicht gewechselt werden. Keine eigentlichen Schneide- und Eckzähne. Mundspalte mäßig groß, Zunge spitz, nicht weit vorstreckbar. Aeußere Ohren groß, meist nackt. Füße kurz, meist fünfzehig, mit großen Grabekrallen bewaffnet. Die Thiere leben in Erdhöhlen, graben sich äußerst schnell ein und fressen alles: Wurzeln, Fleisch, selbst Aas. Alle Südamerikaner. Das Riesengürtelthier (Prionodon gigas) bis 5 Fuß lang, mit bis hundert kleine, gleiche Zähne; das hier abgebildete Gürtelthier (Dasypus novemcinctus, Fig. 17) mit vierzig.

Familie der Wurmzüngler (Vermilinguia). Kurz und Schädel sehr langgestreckt. Kiefer sehr lang und dünn, entweder wie bei den Schuppenthieren ganz Ameisenfressern zahnlos, oder wie beim Erdferkel, mit einigen gleichhöckerigen Zähnen ganz hinten (Schädel des Ameisenbären, Fig. 16); Mundspalte sehr klein, Zunge ungemein lang, mit hornigem, zuweilen stachelartig entwickeltem Ueberzuge, meist fünfzehige, mit langen Grabekrallen bewaffnete Füße (Fig. 15, der Ameisenbär, Myrmecophaga jubata). Die Thiere leben von Ameisen und Termiten, deren Baue sie aufgraben und dann in das Loch die mit klebrigem Speichel überzogene Zunge stecken, die sie mit Insekten sich bespicken lassen. Das Schuppenthier (Manis pentadactyla, Fig. 14) mit langem, kräftigem Schwanz und dachziegelförmig übereinanderliegenden Schuppen, in der Alten Welt besonders den Sunda-Inseln; die Erdferkel (Schädel des Erdferkels, Orycteropus capensis, Taf. 11, Fig. 2), mit borstigem dünnen Haar, langen nackten Ohren, in Süd- und Mittelafrika; die Ameisenfresser (Myrmecophaga), mit langem Borstenhaar und langem Schwanz in Südamerika.

Unterklasse der Didelphen (Aplacentalia).

Die Frucht tritt in keine engere Verbindung mit der Gebärmutter, es wird keine Placenta gebildet. Das Junge wird in sehr unvollständigem Zustande geboren. Vorn am Becken finden sich besondere Beutelknochen.

Die ganze Unterklasse, welche offenbar die niedersten Säugethiere enthält, zeichnet sich durch höchst auffallende Charaktere aus, die theilweise mit den Vögeln und Reptilien übereinstimmen. Das Gehirn ist sehr unvollständig entwickelt; das Großhirn klein, bedeckt meist kaum die Vierhügel, niemals das besondere an seinem Mitteltheile entwickelte kleine Gehirn; der Schwielenkörper (Corpus callosum) mit dem Gewölbe fehlt ganz; Windungen sind stets nur schwach entwickelt, wenn sie nicht ganz fehlen. Das Skelet aller

Didelphen zeichnet sich bei allen, Weibchen wie Männchen, durch die sogenannten Beutelknochen aus, zwei besondere Knochen, die vorn auf dem Becken aufsitzen und in der Muskulatur der Bauchwandungen liegen. Der Name ist insofern schlecht gewählt, als sie auch bei den Kloakenthieren vorkommen, die keinen Beutel haben. Das Junge tritt nie in nähere Verbindung mit der Gebärmutter; seine erste Anlage bildet sich auf Kosten des verhältnißmäßig sehr großen Dotters und wächst dann weiter, indem es wahrscheinlich aus der Sulze, welche die Gebärmutter erfüllt, seine weitere Nahrung zieht; es wird in allen bisjetzt beobachteten Fällen in höchst unvollständiger Ausbildung geboren und weiterhin während des Säugens ausgebildet.

Ordnung der Beutelthiere (Marsupialia).

Getrennte Oeffnungen für den Darm und das Urogenitalsystem. Die Jungen werden in einer vollständig oder unvollständig ausgebildeten Bruttasche (Beutel) gesäugt. Keine Placentarbildung. Winkel des Unterkiefers nach innen gebogen.

Der Schädel der Beutelthiere hat gewöhnlich eine mehr oder minder pyramidale Form mit zugespitzter Schnauze und stark hervortretendem Gesichtstheile; die Zahnbildung ist je nach den Familien außerordentlich verschieden und derjenigen der verschiedenen Ordnungen der Säugethiere entsprechend, doch mit dem Unterschiede, daß manche, besonders Insekten fressende, eine übermäßig große Zahl von Zähnen haben; die Augenhöhlen sind gewöhnlich nach hinten offen und durch ein Loch mit der Schläfengrube verbunden; der Unterkiefer hat eine eigenthümliche Gestalt, indem sich sein Gelenkwinkel nach innen einbiegt und einen mehr oder minder blattartigen Fortsatz bildet, welcher zuweilen fast den ganzen Raum zwischen den beiden Aesten des Unterkiefers einnimmt; die Beutelknochen sind bei allen Beutelthieren ohne Ausnahme und bei beiden Geschlechtern in vollkommen gleicher Größe entwickelt; die Bildung der Extremitäten erscheint äußerst verschieden, gewöhnlich findet man die Vorderfüße mit mehrern freien Zehen versehen und mit langen Nagelkrallen bewaffnet, sodaß sie zum Gehen sowie zum Ergreifen der Beute geschickt erscheinen; bei den Springenden sind sie gewöhnlich sehr kurz, verkümmert, aber nichtsdestoweniger mit wohlausgebildeten Schlüsselbeinen versehen. Sehr verschiedenartig ist die Bildung der Hinterfüße. Bei den einen sind die Zehen frei, mit Krallennägeln versehen und der Fuß zum Laufen geeignet; bei andern die mittlern Zehen miteinander verwachsen und mit dem Mittelfuße enorm verlängert, sodaß ein mächtiges Instrument zum Sprunge geschaffen wird; bei noch andern endlich sind die Hinterfüße vollkommene Hände, indem neben vier nageltragenden Zehen ein absetzbarer nagelloser Daumen gebildet ist.

Das Gehirn zeigt bei den meisten Beutelthieren entweder gar keine oder nur sehr wenig flache Windungen. Der Schwielenkörper (Corpus callosum) und das Gewölbe (fornix) sind kaum angedeutet, die Varolsbrücke sehr klein; die Hemisphären so klein, daß sie meistens die Vierhügel nicht bedecken, geschweige denn das kleine Gehirn. Die äußere Ohrmuschel ist bei allen wohlausgebildet und bei vielen sogar von beträchtlicher Größe. Den wesentlichsten auszeichnenden Charakter bietet die Bildung der Geschlechtstheile dar; bei den Männchen liegen die Hoden in einem Sacke unter dem Bauche weit vor der meist mehr oder minder gespaltenen Ruthe, die zum Theil in einem langen scheidenartigen Kanale versteckt ist; bei den Weibchen führt die weibliche Geschlechtsöffnung (weibliche Organe der Beutelratte, Taf. 11, Fig. 7): a Eierstöcke; b Eileiter; c Uterus; d Einmündung in den Scheidenkanal; e Leier-Ast desselben; f Scheide; g Harnblase; h Oeffnung der Scheidenkanäle in die gemeinschaftliche Scheide), welche vollkommen von dem After getrennt ist, in einen mehr oder minder langen Kanal, der sich bald in zwei Röhren theilt, welche sich in Form einer Lyra nach oben gegeneinander krümmen. Diese beiden Scheidenkanäle, welche man früher für die beiden Gebärmutterhälften ansah, öffnen sich in einen Sack, der mehr oder minder vollständig durch eine mittlere Scheidewand in zwei Hälften getheilt und dessen Ausbildung bei den verschiedenen Gattungen sehr verschiedene Grenzen zeigt. In diesen Sack mündet jederseits eine schlauchförmige Gebärmutter, die sich nach vorn in einen kurzen Eileiter fortsetzt, dessen weite Oeffnung den Eierstock mit zahlreichen Fransen umfaßt. Zu dieser eigenthümlichen Bildung der innern Geschlechtstheile tritt noch die Ausbildung des Beutels hinzu. Die Zitzen liegen nämlich an dem hintern Theile des Bauches zu beiden Seiten der Mittellinie in mehr oder minder großer Anzahl und besitzen eine verhältnißmäßig außerordentliche Länge; sie sind in ihrem Umkreise entweder nur von einer einfachen Hautfalte (Beutelratte mit Jungen, Fig. 6) oder von einer förmlichen Tasche umgeben, die eine schlitzartige Oeffnung besitzt und in welcher die Jungen lange Zeit an den Zitzen der Mutter hängend herumgetragen werden.

Man hat über die früher so zweifelhafte Frage der Fortpflanzung der Beutelthiere in den europäischen Menagerien vielfache Beobachtungen anstellen können, aus welchen sich ergeben hat, daß der Embryo innerhalb der Gebärmutter sich insoweit vollständig ausbildet, als zum Leben in freier Luft nothwendig ist, daß er aber dann noch eine nur sehr unbedeutende Größe besitzt. Man findet alle Theile des Säugethiereies, Chorion, Nabelblase, Schafhaut und Harnhaut vollkommen ausgebildet, nur mit dem Unterschiede, daß letztere nicht bis zur Oberfläche des Chorion herankommt und auf diese Weise kein Mutterkuchen gebildet wird. Die Geburt des kleinen, aber in seinen Theilen vollständig ausgebildeten Jungen geht ganz in gewöhnlicher Weise vor sich; die Mutter empfängt es mit dem Maule, bringt es in den Beutel und hängt es dort an eine Zitze an, zu deren enger Umfassung Mund- und Rachenhöhle des Jungen in eigenthümlicher Weise kanalartig ausgebildet sind; der Beutel bleibt noch sehr lange, selbst nach der vollständigen Ausbildung des Jungen der Zufluchtsort für dasselbe, sodaß es sich bei drohender Gefahr hineinflüchtet. Bei denjenigen Gattungen, bei welchen der Beutel durch eine Hautfalte ersetzt ist, hängt das Junge nur im Anfang an den Zitzen, wird aber später von der Mutter auf dem Rücken mit herumgetragen.

Mit Ausnahme der in Amerika vorkommenden Beutelratten ist die ganze Ordnung auf Australien und die umliegenden Inseln (Tasmanien u. s. w.) sowie auf die Molukken und Neuguinea beschränkt. Die Organisation ist in jeder Beziehung eine niedere, und da auch die ältesten Säugethiere im Jura den Beutelthieren angehört haben, da einzelne Repräsentanten derselben früher auch in Europa vorkamen, so sind die Beutelthiere als die Stammgruppe anzusehen, aus welchen sich die übrigen Säugethiere entwickelten. In der That entspricht auch die Ordnung nicht einer Ordnung der Monodelphen, sondern der ganzen Unter-

klasse derselben, und die Familien den Ordnungen, die Wombats z. B. den Nagern, die Beutelwölfe den Fleischfressern u. s. w.

Familie der Beutelnager (Phascolomida). Nagerartige Schneidezähne, keine Eckzähne, große Lücke vor den fünf platten Backzähnen. Plumpe dicke Thiere mit dickem, breitem Kopf, kurzen Ohren, stummelförmigem Schwanz, fünf mit starken Grabekrallen bewaffneten Zehen an den Vorderfüßen; an den Hinterfüßen ein stummelartiger Daumen ohne Kralle. Der Wombat (Phascolomys fossor, Fig. 8) lebt in Neusüdwales in tiefen Erdhöhlen.

Familie der Känguruse (Macropodida). Der Körper wiederholt in vieler Beziehung die Organisation der Springratten durch die Verlängerung der Hinterfüße (Skelet des Känguru, Fig. 4: a Beutelknochen, b Mittelfuß), Verkürzung der Vorderfüße und den mächtigen Steuerschwanz. Der Kopf der Thiere, die in ihrer größten Art sitzend Manneshöhe erreichen, ist verhältnißmäßig klein, der Schädel langgestreckt und in der Form wie in der Anordnung des übrigens eigenthümlichen Zahnbaues einigermaßen dem der Pferde ähnlich (Schädel des Känguru, Fig. 5). Die eigentlichen Kängurus haben sechs bis acht Vorderzähne in der Oberkinnlade, von denen der hintere bei einer Gattung abgerückt ist, zwei meißelartig horizontal gestellte Vorderzähne in der Unterkinnlade, und nach einer Zahnlücke vier bis fünf würfelförmige Backzähne mit stumpfhöckerigen Kronen, während die Känguru-Ratten (Hypsiprymnus) und die Baum-Kängurus (Dendrolagus) schon mehr abweichende Verhältnisse zeigen. Die Vorderfüße mit fünf freien Zehen sind sehr kurz, die Hinterfüße ungemein lang und kräftig, der Schwanz sehr dick und lang; von den vier Zehen des Hinterfußes sind die beiden mittlern bis zum Nagelgliede miteinander verwachsen, die beiden äußern frei, alle sehr bedeutend verlängert. Sie springen in ungeheuern Sätzen, indem sie den langen Schwanz als Balancirstange gebrauchen, und stützen sich auf denselben beim Sitzen; sie nähren sich nur von Kräutern, worauf auch der Bau ihres Verdauungskanals hinweist, indem der Magen in mehrfache Höhlen getheilt ist und der Blinddarm eine bedeutende Länge erreicht. Sie sind die eigentlichen Steppenthiere des fünften Welttheils, die in Heerden leben. Das Junge bleibt sehr lange im Beutel. Die abgebildete Art (Macropus major, Fig. 3) von Menschengröße; die Känguru-Ratten (Hypsiprymnus) wie Hasen und Kaninchen groß.

Den Kängurus nahe stehen hinsichtlich des Gebisses die Früchtefresser (Frugivora), indem sie ebenfalls zwei lange meißelartige Schneidezähne im Unterkiefer und mehrfache im Oberkiefer besitzen. Dagegen ist die Zahnlücke bei diesen Thieren nie vollständig ausgebildet und es finden sich meist in beiden Kinnladen oder wenigstens in der obern bald mehr, bald minder ausgebildete Eckzähne; die Backzähne gleichen denen der vorigen Familie; da die Thiere aber sämmtlich auf Bäumen herumklettern und einige sogar eine Art von Flughaut (Flugbeutler, Phalangista sciureus, Fig. 12) besitzen, welche ihnen als Fallschirm dient, so sind die Extremitäten gleichmäßig entwickelt und die vordern mit fünf freien Krallenzehen, die hintern dagegen, an denen Zeige- und Mittelfinger miteinander verwachsen sind, mit einem entgegenstellbaren Daumen versehen, der fast nach hinten gerichtet scheint und zum Umfassen der Zweige äußerst geschickt ist. Die meisten Thiere dieser Familie besitzen einen langen Greifschwanz und treiben sich in ähnlicher Weise wie unsere Eichhörnchen auf den Bäumen umher; eine Gattung (Phascolarctus s. Lipurus) stimmt durch den fehlenden Schwanz und den plumpen Körperbau mehr mit den Wombats überein. Ihr Magen ist einfach, der Blinddarm dagegen sehr entwickelt. Die Familie kommt außer in Australien auch auf den Sunda-Inseln vor.

Die Familie der Beutelratten oder Opossums (Didelphida), die auf Amerika beschränkt ist, hat ein zwischen Insektenfressern und Fleischfressern schwankendes Gebiß (Schädel der Beutelratte, Fig. 10), mit sehr vielen (oben fünf, unten vier jederseits) Schneidezähnen, krummen, scharfen, vorstehenden Eckzähnen und scharfhöckerigen Backzähnen (oben und unten jederseits sieben), also im ganzen 50 Zähne, langen, meist nackten Schwanz, nackte Ohren, fünfzehige, mit ganzer Sohle auftretende Füße und hinten wohlentwickelte gegenüberstellbare Daumen. Hierher das bekannte Opossum, die große Beutelratte (Didelphys virginiana, Fig. 9), im Süden der Vereinigten Staaten der gehaßte Feind des dortigen Geflügels, außerordentlich zählebig, mit wohlentwickeltem Beutel, und die Aeneas-ratte (Didelphys dorsigera, Fig. 6), im Süden, bei welcher die Zitzen nur von einer schmalen Hautfalte umgeben sind und die Jungen sich auf den Rücken der Mutter flüchten, an deren Schwanz sie sich mit ihren Schwänzen anklammern.

Die Familie der Raubbeutler (Dasyurida), mit stark vorstehenden Eckzähnen, schneidenden Backzähnen, vierzehigen Hinterfüßen, an denen zuweilen eine Warze den Daumen repräsentirt. So bei den Raubbeutlern oder Beutelmardern (Dasyurus Mangei, Fig. 13), die einen sehr langen Schwanz und spitzmausartigen Kopf haben, während bei den Beutelbären oder Teufeln (Diabolus ursinus, Fig. 11) der Schwanz kürzer, der Kopf und Körper gedrungener ist und die Daumenwarze fehlt. Das größte Raubthier ist der Beutelwolf (Thylacinus cynocephalus, Fig. 14), von Größe und Gestalt eines Wolfs, der unter den Schafheerden Verheerungen anrichtet.

Ordnung der Kloakenthiere (Monotremata).

After, Ei- und Harnleiter münden, wie bei den Vögeln, in eine einzige gemeinsame Kloake.

Diese nur in zwei Typen vertretene Ordnung begreift die niedersten Säugethiere, die man sogar als eine eigenthümliche Klasse zwischen den Säugethieren und den Vögeln hat hinstellen wollen. Der Schädel dieser Thiere ist flach, der Raum für das Gehirn nur gering im Vergleich zu der bedeutenden Ausbildung des Gesichtstheils (Schädel des Schnabelthiers, Fig. 16, von unten, um die Backzähne und den sonderbaren Vorderkiefer-Apparat zu zeigen, der den platten Hornschnabel stützt); die Schnauze ist sehr lang, die Kiefer entweder vollkommen zahnlos oder mit hornigen Zähnen versehen, die eine Art von Platte bilden und aus senkrechten Hornfasern gebildet sind. Weiche Lippen fehlen durchaus. Die Schädelknochen verwachsen sehr früh, in ähnlicher Weise wie bei den Vögeln, zu einer nahtlosen Kapsel. Das äußere Ohr fehlt diesen Thieren durchaus und die Augen sind nur klein, sonst aber vollständig entwickelt; der Schultergürtel nähert sich in seiner Bildung einestheils dem der Reptilien, anderntheils dem der Vögel; die Handhabe des Brustbeins ist T-förmig und die beiden Schlüsselbeine so miteinander verwachsen, daß sie einen festen Gabelknochen wie bei den Vögeln bilden. Die Rabenbeine sind außerordentlich groß und die Schulterblätter über die Gelenkgrube des

Dickdarmes nach vorn hin verlängert, sodaß sie mit dem Brustbeine zusammenstoßen. Die Füße haben vier Zehen, welche überall mit langen Krallennägeln bewaffnet sind; die Männchen tragen außerdem an dem Hinterfuße noch einen eigenthümlichen Sporn, welcher der ganzen Länge nach durchbohrt ist und mit dem Ausführungsgang einer Drüse in Verbindung steht, die nach der Behauptung der Eingeborenen einen giftigen Saft absondern soll. Die weiblichen Geschlechtstheile sind denjenigen der Vögel analog gebildet, indem der rechte Eierstock verkümmert, der linke traubenförmige dagegen fast einzig entwickelt ist. Dieser liegt unmittelbar neben der spaltenförmigen Oeffnung der linken Trompete, welche in einen kurzen Eileiter führt, der sich jederseits zu einem schlauchförmigen Uterus erweitert. Die beiden Uteri öffnen sich getrennt voneinander auf zwei warzenartigen Erhöhungen, auf denen zugleich die Oeffnungen der Harnleiter sich befinden, in einen weiten Kanal, der nach vorn in die Harnblase, nach hinten in das erweiterte Ende des Mastdarmes, in die Kloake sich fortsetzt. Die Milchdrüsen haben keine Zitzen, sondern öffnen sich einfach mit einer spaltförmigen Oeffnung jederseits am Bauche; bei den Schnabeligeln in einer tiefen Grube, in welche das Junge mit seinem Vorderkörper eingesenkt ist. Milchdrüse und Junges des Schnabeligels, Echidna, (Taf. 11, Fig. 18). Es gibt nur eine auf jeder Seite. Sie bestehen aus dicken wurmförmigen Blindgängen, deren Ausbildung je nach dem Zustande der Trächtigkeit sehr verschieden ist.

Die Schnabelthiere (Ornithorhynchida) haben einen breiten, plattgedrückten, einem Entenschnabel ähnlichen Oberkiefer, der vorn die Nasenlöcher trägt und in dessen untere Rinne der schmale Unterkiefer paßt (Schnabelthier, Ornithorynchus paradoxus, Fig. 15); an der Seite zeigt dieser Schnabel zwei Falten und im Hintergrunde des Mauls eine zahnartige Hornplatte ohne Wurzel, die aus senkrechten Fasern besteht. Der walzenförmige Körper ist mit kurzen, groben Pelzhaaren bekleidet, der Schwanz kurz, plattgedrückt, behaart. Die fünf Zehen der Füße sind durch eine Schwimmhaut verbunden, welche an den Vorderfüßen die Krallen weit überragt. Die Thiere leben in Neuholland in Teichen und Flüssen, in deren Ufern sie sich Löcher graben. Die Eingeborenen behaupten, daß sie Eier legen, doch hat man in Nestern neben zolllangen, kaum geborenen Jungen niemals Schalen beobachtet.

Bei den Ameisenigeln (Echidnida), die in demselben Vaterlande in Erdhöhlen leben, ist die Schnauze in einen langen dünnen Schnabel ausgezogen; die Kiefer sind durchaus zahnlos; der Gaumen statt dessen mit rückwärts gerichteten Hornwarzen besetzt; die Zunge ist äußerst lang, sehr beweglich; die Füße mit starken, langen, gebogenen Krallen bewaffnet; zwischen den Borstenhaaren stehen auf dem Rücken, ähnlich wie bei den Igeln, kurze Hornstacheln, die dem Thiere zur Vertheidigung zu dienen scheinen, obgleich es sich nicht vollständig zusammenrollen kann (Schnabeligel, Echidna hystrix, Fig. 17).

Klasse der Vögel (Aves).

(Tafel 12 bis 18).

Mit Federn bedeckte Warmblüter, deren Vorderextremitäten zu Flügeln umgewandelt sind. Keine Zähne, Kiefer mit Hornscheiden bedeckt und einen Schnabel bildend. Legen Eier mit Kalkschalen.

Die Körperform der Vögel ist höchst eigenthümlich. Brust und Bauch bilden eine einzige, innen nicht durch ein Zwerchfell getrennte, eiförmige Masse, die im Gleichgewicht auf zwei Stützen, den Beinen ruht, und zwar gewöhnlich so, daß die Längsachse der Eigestalt horizontal von vorn nach hinten läuft (Skelet des Bartgeiers, Gypaëtus, Taf. 15, Fig. 2), obgleich auch bei vielen (Skelet des Pinguins, Aptenodytes, Taf. 18, Fig. 9), z. B. den Pinguinen, der Körper fast senkrecht auf den weit nach hinten gerückten Beinen getragen wird. Der rundliche Kopf, der in einen mehr oder minder langen Schnabel ausgezogen ist, ruht immer auf einem langen Halse, der wenigstens neun, oft aber über zwanzig Wirbel enthält und eine große Freiheit der Bewegungen besitzt; dagegen ist der Schwanz stets durchaus rudimentär, wenigstens was das Skelet und die Muskeln betrifft; denn der Theil, welchen man gewöhnlich den Schwanz nennt, wird bei den Vögeln nur von langen und steifen Federn gebildet. In dieser bedeutenden Verlängerung des oft schlangenförmigen Halses und der Verkümmerung des Schwanzes finden wir einen directen Gegensatz gegen die Reptilien, bei welchen meist das umgekehrte Verhältniß der genannten Körpertheile stattfindet. Hierzu kommt noch die Höhe der Beine, welche stets auch bei den kurzbeinigsten Vögeln den Körper vollkommen schwebend tragen, während dieser bei den Reptilien fast immer auf der Erde geschleift wird.

Das Skelet der Vögel zeichnet sich vor dem aller übrigen Wirbelthiere durch eine besondere Eigenthümlichkeit aus, welche sich auf das Flugvermögen bezieht und mit dem Namen der Pneumaticität bezeichnet wird. Die pneumatischen Knochen enthalten kein Mark, sondern mit Haut ausgekleidete Höhlen, welche durch Oeffnungen mit den Lungenzellen und Luftsäcken des Körpers in Verbindung stehen und mit Luft gefüllt werden. Die Ausbreitung der Pneumaticität richtet sich nach dem Flugvermögen. Die Nashornvögel, Sturmvögel, Pelikane, die groß und schwer sind und doch leicht fliegen, haben fast nur hohle Knochen. Die Lufthöhlen erstrecken sich bei den angeführten Vögeln durch alle Schädel- und Wirbelknochen bis in die letzten Spitzen der Zehenglieder hinein. Das umgekehrte Verhältniß findet bei den Straußen und den verwandten Laufvögeln statt, wo die Pneumaticität auf nur wenige Knochen der Hirnschale beschränkt ist. Am häufigsten sind einige Schädelknochen pneumatisch, die unmittelbar von der Mund- und Nasenhöhle aus mit Luft gefüllt werden, nach ihnen das Oberarmbein, welches wie die übrigen Knochen des Körperskelets mit den von den Lungen ausgehenden Luftsäcken im Zusammenhang steht. Die äußere Rindenschicht dieser pneumatischen Knochen ist stets außerordentlich fest und dicht, eine Einrichtung, wodurch Festigkeit mit Leichtigkeit verbunden wird.

Die Schädelknochen der Vögel verwachsen sehr frühzeitig in eine einzige Hirnkapsel, an der auch nicht eine Spur von Nähten übrig bleibt, die sich nur in der ersten Zeit bei ganz jungen Individuen noch finden (Schädel eines Papagais, Psittacus, Taf. 12, Fig. 1). Es ist deshalb auch schwierig, die Gestalt der einzelnen Knochen, welche in diesen Schädel eingehen, näher zu bestimmen und ihre Grenzen anzugeben. Im allgemeinen ist der Vogelschädel rundlich und die Hirnkapsel im Verhältnisse zu dem Gesichtstheile bei weitem größer als bei den Reptilien. Ja es erscheint diese Größe oft weit bedeutender als sie wirklich ist, da große Luftzellen zwischen der innern und äußern Lage der Schädelknochen entwickelt sind und so der äußere Umfang des Schädels in keinem Verhältniß zu der geringen innern Höhle für das Gehirn steht. Der Gelenkkopf, mit welchem der Schädel auf dem ersten

Halswirbel aufsitzt, ist stets einfach, knopfförmig, oft vollkommen kugelig, sodaß er eine bedeutende Beweglichkeit besitzt. Die zu beiden Seiten des Schädels liegenden Augenhöhlen sind gewöhnlich sehr groß, nicht immer vollständig geschlossen und auch ihre Scheidewand sehr oft nicht durchaus verknöchert. In dem nach vorn ausgezogenen Schnabel liegen die an Umfang sehr wechselnden Nasenhöhlen, deren Scheidewand ebenfalls sehr oft unvollständig ist, sodaß man quer durch die Nasenlöcher hindurchsehen kann. Der ganze Oberkiefergaumenapparat ist an der Schädelkapsel beweglich in der Weise eingelenkt, daß zwei Drehpunkte gegeben sind, der eine vorn an der Stirn, der andere hinten an der Einlenkung des den Unterkiefer tragenden Quadratbeins mit dem Schädel. Der Zwischenkiefer ist meist groß, unpaar und bestimmt wesentlich die Schnabelform.

Das Oberkieferbein ist jederseits durch einen stabförmigen Knochen, der unter dem Augenhöhlenrande herläuft, mit dem Quadratbeine verbunden. Es ist dieser Verbindungsstab immer aus zwei Knochen zusammengesetzt, vorn aus dem eigentlichen Jochbeine, hinten aus dem sogenannten Quadratjochbeine. Das Gaumengewölbe des Schnabels ist aus zwei großen Gaumenbeinen und einem mittlern Pflugschaarbeine zusammengesetzt, an welche sich noch zu beiden Seiten lange, stabförmige Flügelbeine anschließen, welche vorn an die Gaumenbeine, hinten an die Quadratbeine oder das Keilbein eingelenkt sind. Alle diese verschiedenen Verbindungen bezwecken eine Complicität der Bewegungen, indem der Oberkiefer sich nothwendig heben muß, wenn der Unterkiefer herabgezogen und hierdurch der Schnabel geöffnet wird. Der Unterkiefer, dessen Form je nach der Schnabelform überhaupt sehr wechselt, der aber immer hinten an dem Quadratbeine eingelenkt ist, besteht aus einem mittlern, unpaaren, dem Zahnstücke entsprechenden Knochen und aus fünf seitlichen, paarigen Stücken, die indessen sehr bald miteinander verwachsen und so einen einzigen Winkelknochen darstellen.

Zähne kommen bei den Vögeln überhaupt gar nicht vor, und die einzige Bewaffnung ihres Mundes besteht in den Hornscheiden, welche die schneidenden Ränder der Kieferknochen überziehen. Diese Hornscheiden sind gewöhnlich scharf, wie die Schneide eines Messers, nur sehr selten kammartig ausgezackt. Bei den Raubvögeln und Kernbeißern ist ihre Substanz am härtesten, während sie bei den hauptsächlich von Weichthieren lebenden Enten und Schnepfen in eine sehr zarte Haut übergeht, die zahlreiche Nerven enthält und ein feines Tastorgan darstellt. Oefters erstrecken sich diese Hornscheiden nicht über den ganzen Schnabel hinweg, sondern werden nach hinten zu von einer eigenthümlichen nackten Haut, der sogenannten Wachshaut (Ceroma) ersetzt. Bei seiner engen Beziehung zu der Nahrung und Lebensweise der Vögel ist der Schnabel ein vorzüglicher Gegenstand der Aufmerksamkeit für die Zoologen geworden, die für die Beschreibung seiner vielfach wechselnden Formen besondere Kunstausdrücke erfunden haben. Die Rückenkante des Oberschnabels heißt der Schnabelrücken oder die Firste; meist erscheint dieselbe mehr oder minder nach vorn gebogen oder selbst hakenförmig gekrümmt. Der untere Rand des Unterkiefers wird die Dillenkante, der Winkel, in welchem beide Aeste des Unterschnabels zusammenstoßen, der Kinnwinkel, und der vereinigte Theil der beiden Unterkieferäste die Dille (Myxa) genannt. Die Gegend zwischen dem Auge und der Schnabelwurzel heißt die Zügelgegend, und die hintere Wangengegend, wo sich bei dem Säugethier die äußere Ohröffnung finden würde, die Ohrgegend. Die Form der Schnäbel und ihr Verhältniß zum Körper ist sehr verschieden. Die einfachste Gestalt ist diejenige eines Kegels oder einer Pyramide mit mehr oder minder scharfer Firste, die zuweilen etwas weniges nach vorn gebogen ist. Bei der Länge des Storchschnabels bis zu dem kurzen Kegelschnabel eines Kernbeißers und der Dünne eines Kolibrischnabels finden sich alle möglichen Uebergänge dieser Kegelgestalt in zahlreichstem Wechsel der Form. Durch stärkere Biegung der Firste, Zuspitzung des vordern Hakens am Oberschnabel und Schärfung der Seitentheile geht diese Schnabelform allmählich in den Raubschnabel über, der bei den echten Falken und Eulen den Gipfel seiner Ausbildung erreicht. Zuweilen findet sich an diesen Raubschnäbeln noch eine seitliche, vorspringende, scharfe Ecke, die man dann mit dem Namen eines Zahnes belegt. In andern Fällen plattet sich der Kegelschnabel mehr ab, seine Seitentheile verbreitern sich, die Kante der Firste verschwindet oft gänzlich und es werden so jene Formen hergestellt, die von den Gänsen und Löffelreihern bekannt sind. Sehr häufig dient auch der Schnabel zur Unterstützung des Kletterns, wie bei den Papageien, und während hier der Oberschnabel sehr stark gebogen wird, sodaß das Ganze etwa die Form einer Kneifzange hat, wie man sie in der Gärtnerei braucht, wird zugleich seine Substanz poröser und leichter; eine Bildung, die bei den Nashornvögeln ihr höchstes Ziel erreicht, bei welchen die ungeheuern Schnäbel aus großzelliger Knochenmasse bestehen, die zum Theil sogar luftführend ist. Einige Vögel, wie die Tauben und die Sturmvögel, zeichnen sich noch durch eine besondere Bildung des Schnabels aus, der zusammengesetzt erscheint, indem die Nasenlöcher von besondern Knorpelschuppen überwölbt sind, die auf den Oberschnabel aufgesetzt und mit demselben verschmolzen sind.

Die Wirbelsäule der Vögel läßt stets die verschiedenen Abtheilungen in Hals-, Rücken-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzwirbel erkennen. Der Hals besteht gewöhnlich elf bis zwölf, selten neun, zuweilen aber auch über zwanzig Wirbel, welche alle sehr beweglich, vorn ausgehöhlt und hinten gewölbt sind. Die Rückenwirbel sind sehr kurz und besitzen vorn gabliche Dornfortsätze, um welche herum die Lungen sich einlagern. Sie tragen platte Rippen, die mit platten, von dem Brustbein ausgehenden Brustrippen in einem Winkel zusammenstoßen und etwa in der Mitte ihrer Länge einen platten Fortsatz nach hinten schicken, der sich auf die nächste Rippe auflegt und mit dieser durch Bandmasse verbunden ist, sodaß dadurch, bei aller Beweglichkeit, die Festigkeit des Brustkorbes bedeutend erhöht wird. Am Halse kommen gewöhnlich noch falsche, dornartige Rippen vor. Die Lenden- und Kreuzbeinwirbel verwachsen untereinander zu einem meist dreieckigen, länglichen und platten Knochen, an dessen Seiten die Darmbeine des Beckens anwachsen. Der Schwanz besteht aus einigen wenigen kleinen Wirbeln mit starken Querfortsätzen, auf deren letzten sich eine von den Seiten her zusammengedrückte, zungenförmige Platte senkrecht stellt, an welche sich die Muskeln der Steuerfedern des Schwanzes ansetzen.

Das Brustbein bildet mit dem Schultergürtel zusammen einen mächtigen Stützapparat für die Muskeln der Flügel. Es stellt gewöhnlich eine breite, schildförmig nach außen gewölbte Platte dar, die sich bis in die Nähe des Beckens erstreckt. Bei den straußartigen (Skelet des Kasuars, Casuarius galeatus, Taf. 16, Fig. 4) Vögeln allein ist diese Platte gleich-

äßig gewölbt, ohne einen mittlern Kamm; bei allen übrigen ist ein solcher Kamm um so stärker entwickelt, je bedeutender das Flugvermögen, am stärksten z. B. bei den schwirrenden Kolibris (Skelet des Kolibri, Trochilus, Taf. 13, Fig. 1), den Schwalben, Tauben u. s. w. Auch die Ausbildung der Brustschulterplatte steht mit dem Flugvermögen in Beziehung. Bei guten Fliegern ist sie ganz, bei schlechten Fliegern (Hühnern zum Beispiel) tief ausgeschnitten und immer in ihrer Form charakteristisch. Das Schultergerüste besteht aus einem säbelförmigen, langen Schulterblatte, das zu beiden Seiten der Rückenwirbelsäule auf den Rippen aufliegt; aus einem starken dicken Rabenbein (Os coracoideum), welches schief nach unten zur Spitze des Brustbeins sich begibt, wo es durch Faserknorpel befestigt ist, und aus dem Schlüsselbein, das vorn bogenförmig nach der Spitze des Brustbeins geht, wo beide Schlüsselbeine in der Mittellinie zusammentreffen, so daß sie einen einzigen Knochen, das sogenannte Gabelbein (furcula) bilden. Die Gabelbeine der Enten und Gänse sind selbst den Kindern bekannt genug, indem man aus ihnen die sogenannten Springfrösche verfertigt. Das Schultergerüste selbst bietet bei dieser Einrichtung eine große Festigkeit und fast völlige Unbeweglichkeit dar. Auf dem von ihm hergestellten Gelenke spielt das Oberarmbein, das meistens nur kurz und dick, zuweilen aber sehr breit ist. Der Vorderarm besteht wie gewöhnlich aus der Elle und der Speiche, ist aber meist weit länger als der Oberarm und von zwei kleinen, rundlichen Knöchelchen gefolgt, welche die Handwurzel darstellen. Die Mittelhand ist wieder ziemlich lang und aus zwei Röhrenknochen gebildet, die an ihren beiden Enden miteinander verwachsen, sodaß sie nur einen einzigen Knochen darstellen, welcher in der Mitte durch einen länglichen Raum durchbrochen ist. Dieser Knochen trägt an seinem hintern Ende, wo er der Handwurzel angelenkt ist, auf einem besondern Vorsprunge das kleine Daumenglied, welches dem sogenannten Afterflügel als Stützpunkt dient. Auf dem vordern Ende der Mittelhand stehen gewöhnlich zwei kurze Finger, von welchen der eine, dem Mittelfinger entsprechende, zwei, höchstens drei, der kleine Finger immer nur ein einziges Glied zeigt. Diese oft stark verlängerten Knochen sind sehr eng miteinander verbunden und tragen die Schwungfedern der Flügel. Die Gelenkverbindung sämmtlicher Knochen ist so, daß im Zustande der Ruhe der Flügel eine förmliche Zickzacklinie bildet, indem der Oberarm längs der Wirbelsäule nach hinten liegt, der Vorderarm ihm parallel nach vorn sich erstreckt, sodaß das Handwurzelgelenk vorn an dem Brustbeinkamme anliegt, und die Hand wieder nach hinten eingeschlagen wird.

Mit alleiniger Ausnahme der Strauße ist das Becken aller Vögel in der Mittellinie auf der Bauchfläche geöffnet, sodaß es aus zwei seitlichen Hälften besteht, die einander nicht berühren. Hüftbein, Sitzbein und Schambein sind alle drei unbeweglich miteinander verbunden und das erstere in der ganzen Länge seines innern Randes mit dem Kreuzbein verwachsen, sodaß dieses einen schaufelförmigen Knochen darstellt, der seitliche nach hinten gerichtete Flügel besitzt. Zwischen dem Darme und dem Sitzbeine finden sich meist mehr oder minder große Löcher und Ausschnitte. Der Oberschenkelknochen (Skelet des Flamingo, Phoenicopterus roseus, in der Stellung, wie er gründelt, Taf. 17, Fig. 12), welcher mit einem kleinen runden Gelenkkopfe, der unter rechtem Winkel von ihm abgeht, in die Schenkelpfanne eingesenkt ist, erscheint gewöhnlich als ein kurzer, aber starker cylindrischer Knochen, der ganz in der Fleischmasse des Leibes geborgen ist. Die Kniescheibe bildet eine runde Platte, welche das Kniegelenk von vorn deckt, in welcher das meist lange, dicke, den Oberschenkel an Masse weit übertreffende Schienbein eingelenkt ist. Das Wadenbein existirt nur in Form eines spießförmigen Griffelfortsatzes, welcher an der äußern Seite des Schienbeins angelegt ist und niemals bis zu dem Fußwurzelgelenke reicht. Dieses Wadenbein ist den meisten Rauchern wohlbekannt, da es gewöhnlich als Pfeifenräumer benutzt wird. Die Fußwurzel wird durch einen einzigen langen, cylindrischen Knochen gebildet, welcher meistens völlig nackt, unbefiedert und nur von hornigen Schildern begleitet ist und den man den Lauf (Tarsus) nennt. Die Länge der Beine wird hauptsächlich durch die Länge dieses Laufknochens bedingt und das zwischen ihm und dem Unterschenkel hergestellte nach hinten gerichtete Gelenk in der beschreibenden Zoologie gewöhnlich die Fußbeuge genannt. Der eigentliche Fuß wird aus zwei, drei oder vier Zehen gebildet, in deren Anordnung eine große Mannichfaltigkeit herrscht. Jede Zehe besteht aus mehrern Gliedern, und zwar nimmt die Zahl derselben so zu, daß sie von innen nach außen gewöhnlich von zwei bis auf fünf steigt. Sehr häufig steht der Daumen mit den übrigen Zehen nicht auf gleicher Fläche. Oft berührt er den Boden gar nicht, wo man ihn abgerückt nennt, in andern Fällen reicht er nur mit der Nagelspitze auf, bei noch andern nennt man ihn aufliegend, indem er seiner ganzen Länge nach auf dem Boden ruht. Gewöhnlich ist dieser Daumen nach hinten gerichtet, bei den Klammerfüßen aber, wie z. B. bei den Mauerschwalben, steht er wie die übrigen Zehen nach vorn. Nach der Richtung der Zehen unterscheidet man ferner noch Kletterfüße, bei welchen auch die äußere Zehe nach hinten gerichtet ist, sodaß der Fuß eine Zange darstellt (Papagaien, Spechte); zuweilen wird die Außenzehe beweglich und kann beliebig nach vorn oder hinten gerichtet werden (Kukuk) — Wendezeher. Lauffüße hat man solche Füße genannt, bei welchen, wie beim Strauß, nur wenige, nach vorn gerichtete, zum Theil verwachsene Zehen vorkommen. Da die Zahl der Füße, wo drei freie, nach vorn gerichtete Zehen mit einer freien Hinterzehe vorkommen, ungemein groß ist, so hat man hier wieder mehrere Unterabtheilungen gemacht. Watfüße nennt man lange Beine, bei welchen das Schienbein nicht bis zur Fußbeuge gefiedert, sondern unten nackt ist, wie der Lauf. Die meisten Stelzvögel, wie die Reiher und Störche, gehören in diese Kategorie. Gangbeine dagegen nennt man diejenigen Füße, bei welchen das Schienbein bis zur Fußbeuge gefiedert ist. Bei diesen Gangbeinen unterscheidet man wieder: Spaltfüße, wenn die Zehen durchaus getrennt sind; Sitzfüße, wenn sie nur durch eine kurze Haut an ihrem Grunde verbunden werden; Wandelfüße, wenn Mittel- und Außenzehe am Grunde miteinander verwachsen sind, wie bei unsern Hühnern; und Schreitfüße, wenn diese Verwachsung sich über die Mitte der Zehen hinaus erstreckt, wie dies z. B. bei dem Eisvogel der Fall ist. Bei den Wasservögeln, wo die Füße als hauptsächliches Ruderorgan dienen, wird ihre Wirkung besonders dadurch vermehrt, daß die Zehen durch Schwimmhäute miteinander verbunden werden. Man unterscheidet hier hauptsächlich: Lappenfüße, wenn die Zehen nur von breiten, seitlich eingeschnittenen Hautlappen umgeben sind, wie dies bei den Wasserhühnern der Fall ist; Schwimmfüße, wenn nur die drei nach vorn gerichteten Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden sind, die Hinterzehe aber frei ist oder

selbst gänzlich fehlt; und endlich Ruderfüße, wie bei den Scharben und Pelikanen, wo auch der Daumen nach vorn gewandt und mit den übrigen durch eine gemeinschaftliche Schwimmhaut verbunden ist.

Die Muskulatur bietet besonders die ungemein starken Flugmuskeln der Brust, die auf der Fläche des Brustbeins und seines Kammes angeheftet sind, und sodann die Muskelmassen des Beins, in welche der Schenkel ganz eingehüllt ist. Die Sehnen der Beugemuskeln der Zehen, sehr lang und dünn, in welchen sich oft Verknöcherungen bilden, laufen am hintern Rande der Fußbeuge über eine Rolle, in welcher sie durch Bänder festgehalten sind. Diese Einrichtung hat zur Folge, daß die Zehen beim Niederhocken des Vogels eingezogen werden und also auch im Schlafe die Zweige umkrallen.

Federn finden sich bei allen Vögeln ohne Ausnahme. An einer vollkommen ausgebildeten Feder unterscheidet man den Kiel (scapus), unten hohl und hart, der nach oben in den soliden Schaft (rhachis) ausläuft, an welchen sich der Bart oder die Fahne ansetzt. Der Schaft ist auf der Hinterseite meist rinnenförmig ausgehöhlt, und da wo die Rinne in der Nähe des Kiels aufhört, setzt sich sehr häufig noch ein zweiter kleinerer Schaft an, welchen man den Afterschaft genannt hat, der aber bei allen Schwung- und Steuerfedern, welche wir einzig als Schreibfedern benutzen, gänzlich fehlt. Die Fahne der Feder wird von mehr oder minder dicht gedrängten, langen Blättchen gebildet, welche wieder bald auf beiden Seiten, bald nur an einem Rande mit Wimpern, Häkchen oder Strahlen besetzt sind, die dann oft noch secundär neue Wimpern und Häkchen tragen. Die Häkchen zweier benachbarter Strahlen greifen namentlich bei den Steuer- und Schwungfedern innig ineinander, sodaß die Fahne eine breite Platte bildet, mit welcher die Luft geschlagen werden kann. Hinsichtlich der Structur unterscheidet man Contourfedern (pennae) mit vollkommen ausgebildetem, steifem Kiele, der eine ziemlich feste, zusammenhängende Fahne trägt; die Deck- und Schwungfedern, wie z. B. unsere gewöhnlichen Schreibfedern, liefern die besten Beispiele. Zuweilen sind diese Contourfedern zerschlissen, zuweilen fehlt die Fahne ganz und es existirt nur der Schaft, wie beim Kasuar. Die Dunen- oder Flaumfedern haben nur einen sehr dünnen oder gar keinen Schaft, sodaß die Fahne aus einer Menge elastischer Fasern zusammengesetzt ist. Sie finden sich besonders am Leibe unter den Deckfedern und bilden die erste Befiederung des Jungen im Ei. Endlich unterscheidet man noch Fadenfedern (Filoplumae), deren Schaft lang, aber so zart und dünn ist, daß er einem Haare gleicht. Die Stellung der Federn ist wichtig, da sie auf dem Körper eigene Federfluren (Pterylae) bilden, zwischen welchen leere Raine (Apteria) sich hinziehen. Die Vertheilung dieser Federfluren ist charakteristisch für viele Gruppen. Die beschreibende Zoologie befaßt sich noch besonders mit den Federn der Flügel und des Schwanzes, die man im allgemeinen in Schwungfedern, Steuerfedern und Deckfedern theilt. An einem ausgestreckten Vogelflügel unterscheidet man zuerst die Hauptsteuerfedern oder die Handschwingen, gewöhnlich zehn, seltener neun oder elf lange Federn, mit breiten Fahnen, welche sich an der ganzen Länge der Handknochen vom Flügelbuge bis zur Spitze festsetzen, dann die Armschwingen, welche den Raum vom Ellnbogen bis zum Armgelenke einnehmen, und die Deckfedern des Schulterfittichs (Parapterum), welche an dem Oberarme eingefügt sind. Der Daumen trägt an dem Handgelenke eine Sammlung kleiner Schwungfedern, welche man den falschen Flügel (Alula) nennt. Von allen Seiten sind die Kiele der Schwungfedern von kürzern Deckfedern umgeben, wodurch aus dem ganzen Flügel eine breite Platte gebildet wird, an der die Schwungfedern so angelagert sind, daß beim Heben des Flügels die Luft zwischen ihnen durchstreicht, beim Senken darunter gefangen wird. Die Steuerfedern des Schwanzes stehen gewöhnlich fächerartig und dienen hauptsächlich zum Balanciren des Vogelleibes in horizontaler Stellung, sowie die seitlichen Steuern desselben, was man namentlich deutlich bei den Raubvögeln beobachten kann, wenn sie mit unbeweglich ausgespannten Flügeln ihre langsamen Kreise in der Luft beschreiben. An denjenigen Stellen, wo die Haut nicht mit Federn bedeckt ist, zeigt sie sich bald nackt und weich und ziemlich dünn, wie an dem Halse mancher Geier, bald ist die Oberhaut hornartig verdickt, wie dies namentlich an dem Laufe und den Zehen der Fall ist. Hier zeigt sich diese Hornmasse bald einfach körnig, bald durch Furchen in mehr oder minder bedeutende Schilder getheilt, welche, wenn sie in größerer Länge zusammenfließen, Schienen oder Stiefel genannt werden und deren Anordnung für die Systematik von Bedeutung ist. Zu diesen Hornbildungen der Oberhaut gehören ebenfalls auch die Nägel der Zehen, die schon früher beschriebenen Schnabelscheiden und die Sporen, scharfe nagelartige Hornspitzen, die gewöhnlich auf der innern Seite der Füße, wie bei den Hähnen, oft aber auch, wie bei den Wehrvögeln, dem Kasuar und dem Secretär, an der vordern Flügelecke angebracht sind und den Thieren als Waffe dienen, womit sie beim Schlagen mittels des Flügels verwunden. Endlich kommen noch bei manchen Vögeln, besonders stark entwickelt bei dem Truthahn und bei manchen Geiern, Fleischauswüchse auf der Haut des Kopfes und Halses vor, welche durch das Andrängen des Blutes geschwellt werden können.

Das Rückenmark der Vögel zeigt zwei Anschwellungen, den Austrittsstellen der großen Extremitätennerven entsprechend, an der hintern weichen seine Stränge auseinander. Das Gehirn füllt den Schädel ganz aus, ist bedeutend in die Breite entwickelt und besteht aus den platten Hemisphären, welche die Vierhügel gänzlich decken und an das aus einem dicken, quergefurchten Mitteltheile und kleinen Seitentheilen bestehende Kleinhirn unmittelbar anstoßen. Unter den Sinnesorganen ist die Nase verhältnißmäßig am wenigsten ausgebildet und das Geruchsvermögen nur sehr schwach entwickelt. Versuche haben nachgewiesen, daß man nur irrthümlich von einem scharfen Geruche bei vielen Aasvögeln, wie namentlich den Geiern sprach, und daß diese im Gegentheil nur durch die Schärfe ihres Gesichts ihren stinkenden Fraß entdecken. Bei einigen Wasservögeln fehlen die äußern Nasenöffnungen ganz oder sind auf nur höchst undeutende Schlitze reducirt. Bei den übrigen Vögeln stehen sie bald an der Schnabelwurzel, bald mehr gegen die Mitte desselben hin. Nur bei dem Kiwi, einem flügellosen Vogel Neuseelands, finden sie sich ganz vorn an der Spitze des langen dünnen Schnabels und sind mit weicher, sehr nervenreicher Tasthaut umgeben. Die innern Nasenöffnungen bilden zwei schlitzartige Spalten in dem hintern Gaumengewölbe, welche zuweilen zusammenfließen. Die innern Windungen, die von knorpeligen Muscheln getragen werden, sind unbedeutend. Um so ausgebildeter sind gewöhnlich die Augen, welche stets vorhanden sind und oft eine ungemeine Größe erreichen. Sie sind wenig beweg-

ich, ein Mangel, der durch die große Freibeweglichkeit des Kopfes ersetzt wird. Die Form des Augapfels ist dadurch ausgezeichnet, daß die stark gewölbte Hornhaut durch einen verengten, kegelförmigen oder fast cylindrischen Theil in den flachen, schalenförmigen hintern Abschnitt übergeht. Dieser halsförmige Theil des Bulbus wird durch einen Knochenring gestützt, welcher in das Gewebe der Sklerotika eingesenkt ist und aus knöchernen, dachziegelförmig übereinandergelegenden Platten gebildet wird. Die Linse ist rundlich, bei den Falken vorn stark abgeplattet, bei den nächtlichen Vögeln sehr convex und wird durch den gefäßreichen Kamm oder Fächer, der schräg von dem Sehnerven gegen die Linsenkapsel hinläuft, in seiner Lage erhalten. Die Schutzorgane des Auges sind sehr ausgebildet, indem sich stets zwei freibewegliche Lider nebst einer halb durchsichtigen Nickhaut finden, die durch eigene Muskeln von dem innern Augenwinkel her etwa über die Hälfte des Augapfels hinübergezogen werden kann. Das Gehörorgan gleicht in vieler Beziehung demjenigen der Krokodile. Ein äußeres Ohr ist nicht vorhanden, wird aber bei vielen Vögeln durch eine eigenthümliche Stellung der Federn und bei den Eulen durch eine häutige Klappe ersetzt. Das Trommelfell liegt an dem Grunde eines kurzen weiten Gehörganges in einem gewöhnlich unvollständigen Ringe und schließt nach außen die weite Paukenhöhle, die viele Nebenzellen hat und durch eine kurze, ziemlich weite Eustachische Trompete in den Rachen mündet. Die Verbindung zwischen dem Paukenfell und dem Labyrinthe wird durch eine einzige lange Columella hergestellt. Das Labyrinth selbst besteht aus einem kleinen Vorhofe, drei halbcirkelförmigen Kanälen und einer flaschenförmigen, nicht gewundenen Schnecke (Lagena). Die Zunge ist nur selten weich und fleischig (Papagaien), dagegen meist mit einem dicken Hornüberzuge versehen, der oft Warzen, Stacheln, Widerhaken u. s. w. entwickelt und dadurch die Zunge zum Anspießen und Ergreifen der Nahrung befähigt.

Die Verdauungswerkzeuge (Eingeweide des Haushuhns, Taf. 15, Fig. 9: a Schlund, k Kropf, b Drüsenmagen, c Muskelmagen, i Leber, d Zwölffingerdarm mit der Bauchspeicheldrüse, h Darm, e Blinddärme, f Dickdarm, g Einmündung des Eileiters in die Kloake), sind ziemlich übereinstimmend gebildet. Der Schlund ist meist weit, stark muskulös und bildet häufig am Halse einen oft drüsenreichen Sack, den Kropf, der hauptsächlich den Tagraubvögeln, den Hühnern, Tauben und Laufvögeln zukommt. In dem Kropfe erhält das Futter eine vorläufige Bearbeitung und geht dann durch eine engere Abtheilung der Speiseröhre in den Drüsenmagen über, der in der Bauchhöhle liegt, sackartig ist und meistens eine sehr dicke Wandung hat, in welcher eine Menge absondernder Drüsen bald gleichmäßig vertheilt, bald nach gewissen Normen gruppirt liegen. Nach hinten geht dieser Drüsenmagen in eine zweite Magenabtheilung über, die man der Stärke ihrer Wandungen wegen gewöhnlich als den Muskelmagen bezeichnet. Die Stärke der Muskulatur dieser Abtheilung hängt wesentlich von der Nahrung ab. Am schlaffsten sind die Wandungen des Muskelmagens bei den Fleischfressern, wo er nur einen weiten Sack bildet, am stärksten entwickelt bei den Körnerfressern, wie unsern Hühnern und Enten, wo er eigentlich aus zwei dicken, muskulösen Reibscheiben besteht, deren jede in der Mitte eine rundliche Sehnenausbreitung hat, an welche sich die Muskelfasern festsetzen. Diese Reibscheiben sind innen mit einer dicken, hornigen Oberhautschicht ausgekleidet und dienen in der That dazu, das in dem Kropfe und Drüsenmagen erweichte Futter mechanisch zu zermalmen. Der Dünndarm bildet stets eine Schlinge, in welcher die Bauchspeicheldrüse liegt, und zeigt häufig einen Ueberrest des Dotterganges in Gestalt eines wurmförmigen Anhangs. Der Dickdarm besitzt meistens zwei Blinddärme, und öffnet sich mit einer klappenartigen Kreisfalte in die Kloake, die zugleich den Harn- und Geschlechtsorganen als Ausgang dient und an welcher sich außerdem noch ein eigenthümlicher Blindsack befindet, welcher bei allen Vögeln an der hintern Wand der Kloake vorkommt, drüsige Wände hat und die Bursa Fabricii genannt worden ist. Die Leber ist groß, meist mit einer Gallenblase versehen, und das Zwerchfell nicht zwischen ihr und dem Herzen, sondern hinter und über ihr ausgespannt, doch so, daß die Lungen nur theilweise von der Bauchhöhle abgeschnitten sind.

Die Anwesenheit zweier Kehlköpfe, sowie die Lagerung und Structur der Lungen, welche durch große Oeffnungen mit den im Körper verbreiteten Luftzellen und Säcken communiciren, zeichnet die Vögel vor allen andern Wirbelthieren wesentlich aus. Hinter der Zungenwurzel findet sich eine Längsspalte, selten von einem Kehldeckel beschützt, welche unmittelbar in den obern Kehlkopf führt, der aus mehrern Knorpeln zusammengesetzt ist, durch besondere Muskeln bewegt werden kann, aber keine Stimmbänder besitzt. Die Muskeln dieses Kehlkopfes gehen von dem Zungenbeine aus, dessen Hörner bei denjenigen Vögeln, welche die Zunge zum Anspießen von Insekten hervorschnellen, wie z. B. bei den Spechten, oft sich bogenförmig über den Kopf hinaus bis zur Schnabelwurzel erstrecken. Von dem Kehlkopfe aus steigt die lange Luftröhre an dem Halse hinab, meistens von vollständigen Knorpelringen gebildet. Bei den meisten Vögeln verläuft die Luftröhre ganz gerade bis zu ihrem Eintritt in die Lunge; bei einigen Hühnern, Sumpf- und Wasservögeln aber, die sich durch eine weitschallende Trompetenstimme auszeichnen, wie beim Auerhahn, dem Schwan und dem Kranich, macht die Luftröhre an ihrem Brustende schlangenförmige Biegungen, die bald nur unter der Haut, zuweilen aber auch in dem hohlen Brustbeinkamme liegen und besonders bei den Männchen stark ausgebildet sind. Mit Ausnahme einiger Geier, der Störche und der Laufvögel findet sich bei allen Vögeln an der Theilungsstelle der Luftröhre in die beiden Bronchen der untere Kehlkopf als wesentlicher Stimmapparat. Nur in sehr seltenen Fällen hat jeder Luftröhrenast seinen eigenen, getrennten Kehlkopf, oder nehmen die Luftröhrenäste gar keinen Antheil daran; gewöhnlich bildet das Ende der Luftröhre eine Trommel, aus welcher die beiden Aeste unmittelbar hervorgehen. Bei den Singvögeln besitzt dieser untere Kehlkopf besondere Singmuskeln, die den andern abgehen.

Die Lungen selbst hängen nicht frei, wie bei den Säugethieren, in einem geschlossenen Brustfellsacke, sondern sind an der obern Fläche der Bauchhöhle in den Zwischenräumen der Rippen zu beiden Seiten der Wirbelsäule in Gestalt hellrother, schwammiger Massen abgelagert. Die Bronchen lassen auf eigenthümliche Weise die Luftzellen dieses schwammigen Gewebes entstehen und zeigen zahlreiche Oeffnungen auf der Oberfläche der Lungen, welche in häutige Säcke führen, die mit den Luftgängen der Knochen in Verbindung stehen. Gewöhnlich finden sich vier Paar von solchen Oeffnungen, die in hintereinanderliegende, voneinander getrennte Luftsäcke führen, welche theilweise sogar die Eingeweide umhüllen.

Das Herz der Vögel liegt unmittelbar hinter dem

Gabelknochen, nur von einem dünnen Herzbeutel umgeben, frei in der Bauchhöhle.

Die Nieren liegen in dem hintern Theile der Bauchhöhle in den vordern Gruben des Kreuzbeins, sind sehr häufig miteinander verschmolzen und senden aus ihrer vordern Fläche die beiden Harnleiter nach der Kloake hin, in deren hintere Wand sie sich neben den Geschlechtskanälen öffnen. Außer ihnen müssen wir noch eines besondern Absonderungsorgans gedenken, der sogenannten Bürzeldrüse, welche in der äußern Haut auf dem Rücken des Schwanzes unmittelbar an den Steuerfedern desselben liegt und eine fettige Schmiere absondert, womit die Vögel ihre Federn einzuölen pflegen. Sie ist bei den Wasservögeln, deren fettes Gefieder von dem Wasser gar nicht genetzt wird, am bedeutendsten und fehlt namentlich den Laufvögeln durchaus. Enten und Gänse sieht man oft stundenlang beschäftigt, mit dem Schnabel zuerst etwas Schmiere aus dieser Bürzeldrüse auszupressen und dann die einzelnen Federn gleichsam durchzukauen und sie so einzuölen.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen immer aus zwei Hoden, von welchen der linke meist etwas größer ist und die zur Begattungszeit bedeutend anschwellen, nachher aber auf ein sehr geringes Maß zurücksinken. Die Samenleiter gehen ohne Bildung eines Nebenhodens von dem Hoden geschlängelt nach der Kloake zu und endigen sich an der Hinterwand derselben bei den meisten Vögeln auf zwei kleinen, gefäßreichen Wärzchen. Nur bei den Laufvögeln und einigen Wasservögeln und Hühnern kommt eine einfache männliche Ruthe vor, die aus einem vordern ausstülpbarem Schlauche und einem hintern, erectilen Gewebe besteht und eine Rinne zur Fortleitung des Samens zeigt. Die weiblichen Geschlechtstheile sind bei den meisten Vögeln merkwürdigerweise nur einfach, indem der ursprünglich angelegte rechte Eierstock später vollkommen rudimentär wird und nebst seinem Eileiter entweder gänzlich schwindet oder aber nur in Gestalt unförmlicher Bläschen überbleibt. Der linke Eierstock, der über und vor der Niere liegt, erzeugt allein Eier in häutigen Platten, die durch ihre Entwickelung ihm ein traubiges Ansehen geben. Der Eileiter ist stets sehr lang, beträchtlich gewunden und zeigt oben einen weiten Trichter mit schlitzförmiger Oeffnung zur Aufnahme der Dotter, seine Fortsetzung ist röhrenförmig eng, mit vielen Drüsen besetzt, welche das Eiweiß absondern, das sich in Schichten ablagert und bei der Drehung des Eies während seines Durchgangs durch diesen Theil die festern Windungen bildet, die man mit dem Namen der Hagelschnüre bezeichnet. Vor der Kloake zeigt der Eileiter eine erweiterte Stelle, die ebenfalls mit reichlichen Drüsen besetzt ist und in welcher die Kalkschale abgelagert wird. Zur Bildung derselben sieht man häufig die Hausvögel Kalk an den Mauern picken, und es ist bekannt, daß man in der Gefangenschaft gehaltenen Vögeln gegen die Paarungszeit hin Kalk liefern muß, um ihnen die Bildung der Eischale zu ermöglichen. Der Eileiter mündet in die Kloake auf der äußern Seite des linken Harnleiters.

Die Paarungszeit tritt bei den meisten Vögeln nur periodisch einmal im Jahre, im Frühling oder Sommer, ein und ist mit einer außerordentlichen Erhöhung aller Lebensthätigkeiten verbunden. Die meisten Vögel leben paarweise, nur wenige, wie unsere Hühnervögel, in Polygamie, und bei den meisten beschäftigen sich beide Gatten gleichmäßig mit dem Baue des Nestes und der spätern Sorge für die Jungen. Sehr oft ändert namentlich das Männchen zur Paarungszeit sein Gefieder und legt das sogenannte Hochzeitskleid an, welches meist glänzendere, lebhaftere Farben zeigt. Viele Gattungen, die sonst stumm sind, lassen zu dieser Zeit eine besondere Lockstimme hören; andere verändern ihren Gesang in eigenthümlicher Weise. Der Ort der Brutstätte, des Nestes, zeigt sehr auffallende Verschiedenheiten und für jede Art einen ganz bestimmten, sondern Typus, der sich stets wiederholt. Am freiesten losesten ist im allgemeinen der Nestbau der Wasser- und Sumpfvögel: viele höhlen sich nur Löcher im Strande aus, die sie mit den Dunen ihres Körpers auskleiden. Die Raubvögel bauen meist nur einen kunstlosen Horst, ebenso die Reiher, Störche u. s. w. Die größte Kunstfertigkeit zeigen die kleinern Singvögel und Schreivögel, die bald offene, bald zugedeckte und gewölbte Nester bauen. Einige neuholländische Vögel schmücken selbst das Nest und seine Zugänge, offenbar absichtlich, mit schönfarbigen und glänzenden Gegenständen. Den merkwürdigsten Instinct zeigen einige ausländische Vögel, wie z. B. die Schneidervögel mücke Ostindiens, welche ihr leichtes Nestchen an einem Blatte aufhängt, vor welches sie ein anderes Blatt festgenäht hat, zu welchem Behufe sie Baumwollfäden mittels ihres Schnabels und ihrer Füße zusammendreht, oder die Republikaner (Ploceus), welche in großen Gesellschaften zusammenleben und ein gemeinschaftliches Nest bauen, das mit breiten Blättern gedeckt ist und unter dem Dache eine Menge von Eingängen hat, die alle in die getrennten Gemächer der einzelnen Paare führen. Der Zweck der Bebrütung besteht darin, die Eier beständig in einer der Blutwärme nahe kommenden Temperatur zu erhalten. Je früher der Vogel brütet (und der Kreuzschnabel thut es in unsern Gegenden mitten im Winter, im December und Januar), desto weniger verläßt er die Eier, und meistens wird in diesen Fällen das brütende Weibchen von dem Männchen gefüttert. Bei andern Gattungen brüten beide Gatten abwechselnd und der abgelöste hält sich stets in geringer Entfernung vom Neste auf, um Gefahr abzuwehren oder auch durch List die Verfolger auf falschen Weg zu lenken. Bei vielen Vögeln, namentlich bei Wasservögeln fallen an bestimmten Stellen des Unterleibes die Federn aus, sodaß nackte runde Flecke, sogenannte Brüteflecke entstehen und die Haut beim Brüten unmittelbar die Eier berührt. Die Zahl der Eier ist sehr verschieden. Viele Wasservögel, wie die Lummen und Alke, legen nur ein einziges Ei, während bei denjenigen Vögeln, wo die Jungen unmittelbar nach dem Ausschlüpfen sich selbst ihre Nahrung suchen können, die Zahl bis auf zwanzig und mehr steigt. Bekanntlich kann die Brutwärme auch künstlich ersetzt werden, und in der That legen auch einige Vögel (Talegalla) ihre Eier in große Misthaufen, wo die durch die Gärung erzeugte Wärme genügt, sie auszubrüten.

Die jungen Vögel zeigen bei dem Ausschlüpfen aus dem Ei zwei wesentlich verschiedene Typen. Bei den einen, den sogenannten Nesthockern, sind die Jungen nur mit spärlichem Flaume bedeckt und unfähig, ihrer Nahrung nachzugehen; sie werden von den Alten mit großer Sorgfalt und Ausdauer gefüttert und zwar gewöhnlich mit besondern Stoffen, welche sie später verschmähen. So füttern die meisten Körnerfresser ihre Jungen anfangs mit Würmern, Raupen u. s. w. Es dauert oft geraume Zeit, bis die Jungen flügge werden, und das Zutragen der Nahrung beschäftigt die Alten von früh morgens bis in die Nacht hinein. Bei den andern, den Nestflüchtern, sind die Jungen fast mit dem Verlassen der Eischale fähig, ihre Nahrung zu suchen und stehen dann nur noch unter der

…ht der Aeltern, welche ihnen die nöthige An…
…g geben.

Periodicität des Lebens ist nirgendwo …nder als gerade in der Klasse der Vögel, bei …n sie zu mancherlei Erscheinungen Veranlassung …Das Federkleid wird namentlich in den ge…ßen und kalten Zonen regelmäßig zweimal im …gewechselt, und gewöhnlich sind die Farben, …nach der Mauser erscheinen, verschieden, sodaß …ein Sommerkleid und ein Winterkleid unter…ied. Nimmt man hierzu die Thatsache, daß bei …meisten Vögeln die Verschiedenheit des Gefieders …iden Geschlechtern ziemlich bedeutend ist, daß das …nlich größere und stärkere Männchen wenigstens …hellere und lebhaftere Farben, oft aber auch …Verschiedenheiten zeigt, wie z. B. bei den …ern, Fasanen u. s. w., daß die jungen Vögel …von den alten durchaus verschiedenes Kleid …, so sieht man hieraus, daß Irrthümer hin…sich der Bestimmung der Arten leicht geschehen …. In anderer Hinsicht gibt sich die Periodicität …lebhaft in der Lebensweise kund. Nur wenige …sind vollkommen stationär, sodaß sie zu allen …zeiten an demselben Orte vorhanden sind und …ten, wo sie den Winter zubringen. Man hat …Vögel dieser Art Standvögel genannt. Die …vögel machen beschränkte Wanderungen in …schaft, bleiben aber etwa in demselben Klima, …sie auch im Winter mehr südlich ziehen. Die …vögel endlich, wozu Störche, Schwalben, Wach…n. s. w. gehören, unternehmen jährlich zweimal …weite Reise, indem sie im Frühjahr nördlich …, dort brüten und im Herbst mit den Jungen …chen, um in südlichen Standorten den Winter …ringen. Unsere gemäßigten Gegenden bilden für …höher im Norden brütende Vögel, wie für die …Gänse, die Seidenschwänze u. s. w. die süd…Winterquartiere, während die Zugvögel unserer …an den Küsten des Mittelmeers und nament…der afrikanischen Küste den Winter zubringen. …und Reise geschehen meistens in der Nacht; …vorher sieht man die Vögel aus einer ganzen …an bestimmten Sammelplätzen sich vereinigen, …plötzlich in einer Nacht die ganze Gesellschaft auf…. Diejenigen, welche über das Meer setzen, …ein sich im Herbst an den südlichen Landspitzen …wo sie einige Tage verweilen, um Kräfte zu …eln und im Frühjahre findet man namentlich …solchen Vögeln, welche schlecht fliegen, wie z. …Wachteln, an denselben Orten ganze Scharen …Zustande höchster Ermattung, sodaß sie sich mit …den greifen lassen. Im allgemeinen gilt von …diesen Wanderungen die Regel, daß die Vögel …den am weitesten nach dem Pole zu liegenden …brüten und von dort abziehen, sobald die nah…gslose kalte Zeit beginnt, um sich in wärmere …mate zu begeben.

Bei der großen Uebereinstimmung im Bau der …gel, trotz der so mannichfachen äußern Formge…ung, hält es schwer, allgemeine Charaktere für …ere Gruppen der Klasse zu finden. Wir theilen …folgendermaßen ein:

Unterklasse der Nesthocker (Insessores). — Ordnun…: Papageien, Klettervögel, Haftzeher, Sperlings…gel, Raubvögel, Girrvögel.

Unterklasse der Nestflüchter (Autophagi). — Ordnun…: Hühnervögel, Laufvögel, Stelzvögel, Wasser…gel.

Bei der ungemein großen Anzahl von bekannten Vogelarten (9—10000) und dem geringen Interesse, das viele ausländische Familien bieten, können wir nur die besonders vorstechenden berücksichtigen. Ebenso müssen wir darauf aufmerksam machen, daß die Scheidungsgrenzen sowol der Unterklassen als auch der Ordnungen und Familien durchaus nicht so fest sind als bei andern Klassen. So gibt es unter den Nestflüchtern manche, deren Junge dennoch lange im Neste aufgepippelt werden u. s. w.

Unterklasse der Nesthocker (Insessores).

Die Jungen verlassen das Ei mit unvollständiger Entwickelung selbst des Dunenkleides, sind unfähig, ihr Futter sich zu verschaffen, und müssen von den Aeltern im Neste während kürzerer oder längerer Zeit aufgezüchtet werden.

Ordnung der Papagaien (Psittaci).

Oberschnabel sehr hoch und stark gekrümmt, am Grunde mit Wachshaut versehen, sehr beweglich in einem queren Einschnitt an den Schädel eingelenkt und über den abgestutzten Unterkiefer übergreifend. Zunge meist dick, weich und fleischig. Kletterfüße, die beiden Mittelzehen nach vorn, die innern und äußern nach hinten gerichtet und etwa gleich stark.

Südliche Vögel, im Durchschnitt auf die Gegenden beschränkt, wo Palmen wachsen. Sie klettern mit Hülfe des Schnabels auf Bäumen, nähren sich besonders von Früchten, Sämereien und saftigen Schossen, bauen ihre kunstlosen Nester in Baumlöcher, leben monogamisch, vereinigen sich aber zu großen Scharen, um Pflanzungen zu überfallen, denen sie durch ihre List und Zerstörungssucht sehr schädlich werden. Bekannt ist die Gelehrigkeit, Nachahmungssucht und Intelligenz der meisten, von denen viele nicht nur sprechen, sondern auch die gelernten Sätze am richtigen Orte anzuwenden verstehen. Die natürliche Stimme ist ein häßliches Geschrei. Doch lernen nur die mit fleischiger Zunge sprechen; die Loris mit Pinselzunge nicht. Auch leben einige nicht auf Bäumen, sondern in Erdlöchern. Alle fliegen ziemlich schlecht, die Flügel sind meist kurz und abgerundet. Alle Knochen pneumatisch.

Familie der Kakadus (Plictolophida). Schnabel kurz, sehr hoch; Oberschnabel hinter der Spitze mit Ausschnitt, Schwanz kurz, auf dem Kopfe ein aufrichtbarer Federbusch. Meist schön weiß, rosa oder hellgelb gemischte Farben, selten schwarz. In Australien und dem Indischen Archipel. Die abgebildete Art mit gelbem Federbusch von den Sunda-Inseln (Gelber Kakadu, Cacatua galerita, Taf. 12, Fig. 3).

Familie der Aras (Sittacida). Schwanz lang, keilförmig, Schnabel kräftig; Flügel spitz. Amerikaner und Australier. Ungelehrig. Oft sehr auffallende, grelle Farben, blau, roth, gelb u. s. w. Wangen nackt. Die abgebildete Art (Ara, Makao, Fig. 4) amerikanisch. Hierher auch der zierliche Wellensittich (Wellensittich, Melopsittacus undulatus, Fig. 5), jetzt in Thiergärten häufig, aus Australien.

Familie der Papagaien (Psittacida). Die typische Familie, Schwanz kurz, Schnabel mäßig, Flügel lang und spitz, Wangen befiedert. In Amerika und Indien, nicht in Australien. Hierher der gewöhnliche grüne Papagai (Kopf des grünen Papagais, Chrysotis aestivus, Fig. 2) aus Brasilien, wol der gelehrigste von allen, der niedliche grüne Zwergpapagai (Psittaculus passerinus), bekannt unter dem Namen des Inseparablen.

Familie der Eulenpapagaien (Strigopida). Schnabel, Flügel und Schwanz kurz, keine Schlüsselbeine (Eulenpapagai, Strigops habroptilus, Fig. 6), eulenartiges Ansehen und Gefieder. Leben auf Neuseeland in Erdlöchern, jagen nächtlich nach kleinen Säugethieren. Fast ausgestorben.

Familie der Loris (Trichoglossida). Zunge pinselförmig, von hornigen Papillen starrend. Saugen Honig. Wie die vorigen ungelehrig. Eine Art auf der Philippsinsel (Nestor productus), neuerdings ausgestorben.

Ordnung der Klettervögel (Scansores).

Kletterfüße in verschiedener Ausbildung. Schnabel ohne Wachshaut, meist stark und groß. Zunge hornig, oft mit Widerhaken. Straffes Gefieder. Flügel kurz.

Die südamerikanische Familie der Tukans (Rhamphastida) oder Pfefferfresser (Pfefferfresser, Rhamphastus toco, Taf. 12, Fig. 7) ist ihres ungeheuer großen, mit Hornzellen gefüllten, gebogenen und seitlich gezahnten Schnabels wegen seit alter Zeit bekannt; die Zunge dieser Vögel entspricht indessen dem ungeheuern Schnabel durchaus nicht, da sie nur dünn, hornig, an der Spitze aber gefiedert und gespalten ist; die Füße sind stark, kräftig, vorn getäfelt, das Flugvermögen nur schwach. Die großen Vögel leben hauptsächlich von Insekten, die sie mit der Federzunge aus Baumritzen herausholen, genießen aber auch Früchte und verschmähen selbst Eier und Junge anderer Vögel nicht. Die abgebildete Art hat die Größe einer Krähe, Kehle und Bürzel weiß, Stirn und Rücken roth, Schnabel orange, sonst schwarz. Aus Brasilien.

Die Familie der Glanzvögel (Galbulida) wird von kleinen, lebhaft gefärbten (Galbula viridis, Fig. 8), grün metallisch glänzenden Vögeln gebildet, die einen langen, spitzen, bald geraden, bald gebogenen Schnabel besitzen und schwache Füße haben, deren Vorderzehen meist gänzlich miteinander verwachsen sind. Südamerikaner.

Die Familie der Bartvögel (Bucconida) hat einen meist starken, kurzen, kräftigen Schnabel, der an der Wurzel von fünf Bündeln steifer Borsten umgeben ist (Trogon viridis, Fig. 9), von denen je eins vor jedem Nasenloch, eines zur Seite und ein unpaares unter dem Kinn steht. Die Füße sind kurz, schwach, getäfelt, von den Zehen die innern nach hinten, die äußern nach vorn gerichtet; die Farben des Gefieders gewöhnlich sehr lebhaft und metallglänzend. Die trägen Vögel bewohnen nur die heiße Zone und nähren sich besonders von Insekten oder Früchten.

Die Familie der Spechte (Picida) zeichnet sich durch den geraden starken, konischen Schnabel aus, in dem eine sehr lange, spitze, hornige Zunge liegt, die pfeilartig hervorgeschnellt werden kann. Die Füße sind kurz, stark, die Hinterzehen sehr kräftig, die innere zuweilen nur rudimentär oder gänzlich fehlend, sodaß nur drei Zehen vorhanden sind. Der Schwanz ist bei einigen Gattungen weich, bei andern mit steifen, spitzen Schwungfedern versehen, die den Körper beim Klettern an den Stämmen stützen. Sie hacken mit dem starken Schnabel tiefe Löcher in das Holz und ziehen die Insekten theilweise mit ihrer hornigen Zunge hervor.

Bei uns haben wir den großen Schwarzspecht (Kopf des Schwarzspechts, Picus martius, Fig. 20), ganz schwarz mit feuerrother Haube, nur in großen Wäldern, widerlich riechend, bekannt durch die Sagen von der Springwurzel; den Grünspecht (Picus viridis), grün mit rothem Scheitel, und verschiedene Buntspechte (Buntspecht, Picus major, Fig. 19), alle wechselnd schwarz und weiß mit rothem Scheitel. Alle nisten in hohlen Bäumen. Hierher gehört auch der Wendehals (Yunx torquilla, Fig. 17), mit kurzem Schnabel, kurzen Flügeln, mäßigem, gerundetem Schwanz, weichem, lockerm Gefieder, gelbgrau gesprenkelt, bekannt durch die große Beweglichkeit seines Halses. Er hackt nicht, wie die Spechte, lebt aber, wie diese, von Insekten.

Familie der Kukuke (Cuculida). Schnabel mittellang, Mundspalte sehr weit (Kukuk, Cuculus canorus, Fig. 10), äußere Zehe eine Wendezehe. Klettern nicht, fliegen scheu in Wäldern, nähren sich von Insekten, kleinen Nestvögeln und Eiern. Bei uns nur der Kukuk (Kopf des Kukuk, Cuculus, Fig. 11), dessen Gesang allgemein bekannt. Nährt sich vorzugsweise von haarigen Raupen, deren Haare in seinem Magen eine Art Pelz bilden, legt seine Eier in Nester kleinerer Singvögel, die das Junge aufziehen. Die ausländischen Kukuke machen Raubvögel, einige (Crotophaga) lesen in Südamerika dem Vieh die Schmarotzerinsekten ab.

Ordnung der Haftzeher (Syndactyli).

Füße schwach und kurz, zwei oder drei Zehen nach vorn gerichtet und durch Haut miteinander verbunden, sodaß der Fuß einen schwachen Klammerfuß darstellt. Schnabel groß, hart.

Familie der Bienenfresser (Meropida). Schnabel lang, spitz, etwas gekrümmt, an dem Grunde beiderseits scharf gekantet, Flügel lang, spitz; Nasenlöcher zum Theil mit Borsten bedeckt, Füße sehr kurz und dünn. Der Bienenwolf (Bienenfresser, Merops apiaster, Taf. 12, Fig. 14) schwärmt in Oberitalien, schwärmt besonders Bienen, Wespen u. s. w. Kommt selten bis nach Deutschland. Alle meist schön und bunt gefärbt.

Die Familie der Eisvögel (Alcedida) zeichnet sich im allgemeinen durch das große Mißverhältniß zwischen dem Körper und dem Schnabel aus, der sehr lang, spitz, kegelförmig und meist ganz gerade oder kaum gebogen ist. Die kurzen und dicken Vögel haben einen sehr kurzen Schwanz, kurze, rundliche Flügel und sehr schwache Füße (Eisvogel, Alcedo hispida, Fig. 18), an denen die beiden Außenzehen meist in ihrer ganzen Länge verwachsen sind und die Innenzehe nur ganz kurz und schwach ist, bald gänzlich fehlt (Fuß des Eisvogels, Fig. 13). Die meist mit lebhaften Metallfarben gezierten Vögel halten sich besonders gern am Ufer fließender Gewässer auf, wo sie stundenlang ruhig auf Zweigen sitzen und dann plötzlich nach kleine Fische und Wasserinsekten stoßen.

Unser Eisvogel nistet in Uferlöchern und zeichnet sich durch die metallblauen Deckfedern des Rückens aus. Viele zum Theil große Arten in den südlichen Theilen der Alten Welt, Australiens und Polynesiens.

Die Familie der Nashornvögel (Bucerida) umschließt meist große, rabenartige Vögel, mit sehr großem, hohlem, seitlich zusammengedrücktem Schnabel, dessen gezähnte Ränder übergreifen und auf welchen meist noch ein besonderer Aufsatz steht, der einem Horn nicht unähnlich ist und hohle Knochenzellen enthält. Bei dieser Familie kommt die größte Zahl von Armschwingen in der ganzen Ordnung der Haftzeher vor, nämlich siebzehn. Die Zunge ist kurz und fleischig, die Zehen nur durch eine kurze Haut am Grunde miteinander verbunden. Die großen Vögel, die ziemlich träge sind, leben in den südlichen Gegenden der östlichen Hemisphäre, hauptsächlich von In-

ten, Früchten, verschmähen aber auch kleinere Am-
bien nicht.

Ordnung der Sperlingsvögel (Passeres).

Die zahlreichste Ordnung. Meist kleine
gel mit sehr verschieden gestaltetem Schna-
l ohne Wachshaut, mit Gang- oder Schreite-
ßen.

Genauer betrachtet sind die Charaktere rein
gativ. Was nicht zu andern Ordnungen
zählt werden muß, gehört zu dieser. Man
nn nach der Bildung des untern Kehl-
pfes zwei Unterordnungen unterscheiden.

Unterordnung der Schreivögel (Clamatores).

Der Singmuskelapparat fehlt. An den Flügeln zehn
ndschwingen, von welchen die erste die längste ist.
ihr Familien entsprechen häufig solchen der Singvögel.
Die Familie der Rakken (Coracida) entspricht der-
igen der Raben; der Schnabel ist bald kegelförmig,
big, gerade mit übergebogener Hakenspitze, bald
r kurz und dick und der Rachen sehr weit ge-
ten, sodaß die Vögel befähigt sind, in ähnlicher
eise wie Schwalben nach fliegenden Insekten um-
zuschwärmen. Bei einer Gruppe der Familie, die
stlicherweise in den Waldungen Neuhollands nach
ekten umherschwärmt, ist der Schnabel sogar sehr
it und gewölbt und das Gefieder dabei, ähnlich wie
jenige der Ziegenmelker, weich und seidenartig.
e Füße der Rakken haben gänzlich getrennte Zehen
d die Läufe zeigen vorn Tafeln, hinten und auf
r Seite aber ein grobes Netzwerk. Unsere Mandel-
he oder Rakke (Coracias garrulus, Taf. 12, Fig. 16)
n blaugrüner Farbe mit braunem Rücken findet sich
einzelnen in Sandgegenden. Lebt wie Krähen.

Familie der Wiedehopfe (Upupida). Schnabel
mittellang, dünn, gebogen. Unser Wiedehopf, Upupa
pops, Fig. 15), graurothlich mit weißen und
schwarzen Binden und sehr beweglicher Federhaube auf dem Kopfe. Sehr possirlicher Vogel, der die gefangenen Insekten in die Höhe wirft, um sie zu verschlingen. Wird im südlichen Europa gegessen. Die Jungen haben einen fürchterlichen Aasgestank, der jahrelang an den Bälgen haften bleibt. Nistet in hohlen Bäumen.

Familie der Kolibris (Trochilida) (Topasko-libri, Topaza pella, Fig. 24), bekannt wegen der Kleinheit ihres Körpers und dem mannichfaltigen Farbenglanz ihres bunten, oft metallglänzenden Gefieders. Der Schnabel dieser niedlichen, ausschließlich den wärmern Theilen Amerikas angehörigen Vögelchen ist lang, dünn, schmal, gerade oder schwach gebogen und die Ränder des Oberschnabels so übergreifend über den rinnenförmigen Unterkiefer, daß dadurch eine förmliche Röhre gebildet wird, in welcher die bis zur Wurzel gespaltene Zunge wie ein kleiner Pumpenstengel spielt. Die Hörner des langen Zungenbeins legen sich in ähnlicher Weise wie bei den Spechten um den Kopf herum und gestatten so das pfeilartiges Hervorschießen der langen Zunge, womit deren diese kleinen Bewohner der heißen Zone vor den Blumen schwebend, kleine Insekten oder Honig-saft aus den Kelchen hervorholen. Ihre Flügel sind sehr lang, säbelförmig spitz, die Handschwingen auffallend lang, stark und steif, das Brustbein sehr hoch, sein Kamm außerordentlich entwickelt und das Flugvermögen ungemein bedeutend. Die Füße sind schwach, dünn, die Zehen durchaus frei. Man kennt über 100 Arten.

Die Familie der Mauerschwalben (Cypselida) unterscheidet sich von den echten Schwalben, mit welchen sie bisher gewöhnlich zusammengestellt wurde, durch den Mangel des Singmuskelapparates. Der Schnabel ist kurz, flach, breit, der Rachen außerordentlich weit gespalten, die Flügel ganz gebaut wie diejenigen der Kolibris, lang, säbelförmig, sehr steif, die Füße sehr kurz und wahre Klammerfüße, alle Zehen nach vorn gerichtet. Sie benutzen beim Nestbau einen klebrigen Speichel, mit dem sie entweder die Materialien zusammenleimen, oder den sie auch allein zum Bau des dünnen, halbkugelförmigen Nestes benutzen. Die Nester der Salanganen (Collocalia esculenta) werden bekanntlich zur Herstellung von Kraftbrühe benutzt und theuer bezahlt. Die Salanganen nisten im Indischen Archipel an senkrechten Felswänden. Unsere Mauerschwalbe oder Spyr (Mauerschwalbe, Cypselus apus, Fig. 23) nistet besonders gern in Mauerlöchern hoher Thürme. Nahrung wie die Schwalben.

Familie der Ziegenmelker (Caprimulgida). Kurzer, platter, dreieckiger, an der Spitze etwas hakiger Schnabel (Kopf des Ziegenmelkers, Caprimulgus, Fig. 22), mit Schnurrborsten. Ungeheuer weite Mundspalte. Eulenartig weiches Gefieder. Nächtliche Vögel, die geräuschlos nach Nachtinsekten umherfliegen. Unser Ziegenmelker (Caprimulgus punctatus, Fig. 21) hat den Namen von seiner Gewohnheit, sich in dunkeln Ställen zu bergen und dort seine Eier auf den Boden ohne Nest zu legen. Eine in Südamerika lebende Art, der Guacharo (Steatornis caripensis), nistet in Höhlen, soll von Früchten sich nähren und hat ungemein fette Junge, die nebst den Eiern zur Gewinnung von Oel dienen.

Familie der Luftröhrenschreier (Tracheophona). Der Kehlkopf wird von dem untern Ende der Luftröhre ohne Beihülfe der Bronchen gebildet. Eine Gruppe, nur aus amerikanischen Formen bestehend, leben etwa wie Spechte (Baumhacker, Anabatida); zu ihnen gehören die brasilianischen Baumläufer (Synallaxis albescens, Taf. 13, Fig. 4), und die Töpfervögel (Furnarius), welche ein Nest aus Erde bauen, das einem Backofen ähnlich sieht. Zu der andern Gruppe, den Wollrücken (Eriodorida), mit wolligen Rückenfedern, gehört der australische Leiervogel (Menura superba, Fig. 5), ein stolzer Vogel, fast von Hühnergröße, mit schönem Leierschwanz, guter Läufer, schlechter Flieger, der wie Hühner nach Insekten scharrt und im Nachahmen aller Arten von Tönen sehr gewandt sein soll.

Familie der Tyrannen (Tyrannida). Ersetzen in Südamerika etwa unsere Finken (Tyrann, Tyrannus intrepidus, Fig. 3). Schnabel stark, breit, Flügel mittellang. Böse Zänker, die sich gegen Raubvögel muthig zur Wehre setzen.

Familie der Schmuckvögel (Ampelida). Schnabel kurz, breit, Nasenlöcher unter den Federn versteckt. Flügel ziemlich lang. Gefieder meist weich, schön gefärbt. Hierher bei uns nur der Seidenschwanz (Bombycilla garrula, Fig. 21), der im hohen Norden lebt und nur in strengen Wintern in Scharen zu uns kommt, röthlich-grau, ausgezeichnet durch die prachtvollen scharlachrothen Blättchen am goldgesäumten Schwanze. Hierher auch das Felsenhuhn von Cayenne (Klippenhuhn, Rupicola crocea, Fig. 2), prachtvoll rothgelb mit über den Schnabel herübergezogener Holle beim Männchen. Weibchen braun. Geberdet sich etwa wie die Birkhühner zur Paarungszeit.

Unterordnung der Singvögel (Oscines).

Der untere, von Luftröhre und Bronchen gebildete Kehlkopf hat die eigenthümlichen Singmuskelpaare, welche nur dieser Unterordnung zukommen. Sonst den Schreivögeln entsprechend; meist Bewohner der Alten Welt.

Die höchste Stufe unter den Singvögeln nehmen ohne Zweifel die Raben (Corvida) ein, meist große, gesellig lebende Vögel in ziemlich einfarbigem Federkleide, die sich sowol von Samen und Früchten, als auch von verschiedenen Stoffen aus dem Thierreiche nähren. Die Schlauheit und Gelehrigkeit dieser Vögel erhebt sie weit über die übrigen stupiden Singvögel, die freilich den Gesang und das schönere Kleid vor ihnen voraushaben. Der Schnabel der Raben ist kegelförmig, stark, seitlich zusammengedrückt, schwach auf der Firste gebogen, gewöhnlich ungekerbt und mit kleiner Hakenspitze versehen, die Nasenlöcher fast vollkommen rund, mit sammtartigen oder Borstenfedern bedeckt; die Flügel sind lang, spitz, mit zehn Handschwingen versehen. Unsere Raben und Krähen (Steinkrähe, Fregilus craculus, Taf. 14, Fig. 13) sind, von ihrem Diebssinne abgesehen, der nur ein ästhetisches Gefühl ist, indem sie glänzende Gegenstände zusammenschleppen, äußerst nützliche Thiere durch Vertilgung von Aas, Insektenlarven u. s. w., weshalb sie auch dem Pfluge nachgehen, sowie durch ihren Widerstand gegen Raubvögel. Die Alpendohlen (Pyrrhocorax alpinus, Fig. 12) sind ausgezeichnet durch rothe oder gelbe dünnere Schnäbel und rothe Beine. Dagegen ist die Elster oder Atzel (Pica caudata, Fig. 11) der gefährlichste Feind aller übrigen Singvögel, deren Nester sie zerstört. Nicht minder zerstörend sind in den Wäldern die Heher (Garrulus) mit mehr weichem Gefieder. Heherähnlich durch das weiche Gefieder und den Schnabel ist auch der Pirol (Oriolus galbula, Fig. 2); die Männchen hochgelb mit schwarzem Zügel, Flügel und Schwanz, die Weibchen grün, Zugvogel, der die Kirschen sehr liebt. Unter den auswärtigen sind zu nennen die Paradiesvögel (Paradisea apoda, Fig. 10) von Neuguinea, mit merkwürdig zerschlissenen Federn beim Männchen an Schwanz, Flügeln, Hals oder Brust, und die Laubenvögel (Chlamydera) von Neuholland, die aus Reisern förmliche Lauben mit Alleen bauen, welche sie durch Muscheln, Knochen, glänzende Steine u. s. w. schmücken.

Die Familie der Staare (Sturnida) besteht aus unangenehm schreienden, meist schwärzlich oder gelb gefärbten Vögeln mit kegelförmigem, ganz geradem oder nur sehr schwach gebogenem Schnabel ohne Bartborsten, der nur selten eine schwache Kerbe hinter der Oberkieferspitze hat. Die Läufe sind vorn mit Tafeln, an der Seite mit Stiefelschienen versehen, die indeß nicht immer ganz vollständig bis nach unten hin ausgebildet sind. Nach der Bildung der Flügel kann man zwei Gruppen unterscheiden, indem bei den amerikanischen Gelbvögeln (Icterida), zu denen der Bootschwanz (Quiscalus major, Fig. 8) gehört, nur neun Handschwingen vorhanden sind, während die Staare der Alten Welt gewöhnlich noch eine kurze zehnte Handschwinge zeigen. Die geselligen Strichvögel leben hauptsächlich von Insekten und Sämereien und richten oft durch ihre Menge große Verheerungen in Pflanzungen an. Unser gemeiner Staar (Sturnus vulgaris, Fig. 9) ist sehr nützlich durch Vertilgung von Insekten und Würmern.

Die beiden Familien werden auch unter dem Namen der Großschnäbler (Megalirostra) zusammengefaßt; die folgenden als Kegelschnäbler (Conirostra).

Familie der Finken (Fringillida). Schnabel kegelförmig, an der Wurzel verdickt, ungekerbt, mit gerader oder wenig gebogener First, … zum Abschälen und Zerbeißen der harten Sa… Kerne dient, von denen sich vorzugsweise … nähren, während die Jungen im Neste mein… sekten genährt werden. Mannichfache Form… Schnabels, von dem doppelt gebogenen Kr… schnabels (Loxia curvirostra, Taf. 13, … der sich von Nadelholzsamen nährt und … im Winter brütet, und dem unförmli… des Kernbeißers (Coccothraustes vulgaris, … des Gimpels, Blutfinken oder Dompfaffen … oder Dompfaff, Pyrrhula vulgaris, Fig. … den dünnern des Sperlings (Passer do… Fig. 8) bis zu den spitzigen der Hänfli… Zeisige (Zeisig, Corduelis elegans, Fig. … der Ammern. Viele Arten sind als Sä… schätzt, besonders der Canarienvogel (Serin… tulanus) und der bei uns heimische Buchfi… gilla coelebs); andere als Nahrung, der … oder Gartenammer (Emberiza hortulana), … besonders afrikanische Formen (Paradi… Vidua paradisea, Fig. 6) als Schmuckvögel.

Die Familie der Tangaras (Tanagrida) … im tropischen Amerika den Finken. Sie ha… schöne Farben und am Oberschnabel einen … Einschnitt.

Die Familie der Lerchen (Alaudida) un… sich durch einen kegelförmigen, ziemlich dünne… ungekerbten Schnabel, der meist kaum die … Kopfes erreicht und keine Bartborsten zeigt. … zehn Handschwingen an den Flügeln und zw… vor allen andern Singvögeln dadurch aus, … Lauf vorn und hinten getäfelt ist und durch… Stiefelschienen zeigt. Die Hinterzehe (H… Lerche, Alauda arvensis, Fig. 15) dieser … Erde nistenden und von Sämereien lebende… vögel ist gewöhnlich mit einem langen, … förmigen, spitzen Sporn bewaffnet, auf welc… ihre Eier tragen sollen, wenn sie aus ihrem … Erde befindlichen Neste weggestört werden. … unsere gewöhnliche Feldlerche (Alauda arvens… liebt als Sängerin und als Braten; die Hau… lerche (Alauda cristata, Fig. 13), in mehr … Heidegegenden; die größere Kalanderlerche (A… Kalanderlerche, Alauda Calandra, Fig. … den Steppen, von wo sie zuweilen nach Süde… land kommt.

Familie der Meisen (Parida). Kleine, … sehr lebhafte und zänkische Vögel mit weichen, … artigem Gefieder, nähren sich von Sämere… sonders aber von Insekten, die sie auf Bäum… Gesträuchern ablesen. Schnabel schlank, … krümmt, scharf. Nisten in Baumlöchern und … meist auch im Winter. Sehr nützlich. Schlechte … Einige, wie die Beutelmeise (Parus pendulin… Oesterreich und Süddeutschland, und die türkis… meise (Kopf der Bartmeise, Panurus ba… Taf. 14, Fig. 7) verfertigen sehr künstliche N… an Faden aufgehängt werden. Bei uns am b… die Kohlmeise (Parus major, Fig. 6) mit sch… Kopf und schwarzem Bruststreifen; mordsüchtig … kleinere und junge Vögel.

Die folgenden haben einen feinen spitzen Schn… Pfriemenschnäbler (Subulirostra).

Familie der Sänger (Sylvida). Aus kl… lebhaften Singvögeln mit an der Wurzel pl… Schnabel gebildet, der schwache Bartborsten … Hierher die besten Sänger, die alle vorzugs…

jekten leben. Die große Nachtigall (Luscinia nela, Taf. 13, Fig. 17), oder der Sprosser, mehr Dosten; die weiter verbreitete kleine Nachtigall ia vulgaris), beide in Gebüschen nistend, Nacht-; das Roth- und Blaukehlchen (Sylvia rubecula ecica), letzteres im Norden, alle mehr langbeinig; rzheinigern Grasmücken (Curruca cinerea, 2); die Rothschwänzchen (Ruticilla), die Rohr- (Calamoherpe) und Steinschmätzer (Saxicola) r Erde; die kleinen Goldhähnchen (Regulus pillus, Fig. 16), mit feuerrothem Scheitel; die größern Zaunkönige (Troglodytes parvulus, 4, Fig. 1), beide in Gebüschen, emsig nach Insekten suchend.

milie der Bachstelzen (Motacillida). Schlank, nig, mit langem Schwanze, den sie eigenthüm- hrend bewegen. Laufen gut, fliegen schlecht, ñ sich besonders gern an Bächen auf, wo sie In- rven suchen.

milie der Flursänger oder Braunellen (Ac- ida). Schnabel, Beine und Zehen kürzer. Nisten r Erde. Im Hochgebirge der Alpenflurvogel tor alpinus), ein vorzüglicher Sänger.

ppe mit sehr langem dünnen Schnabel (Tenuirostra).

milie der Baumläufer (Certhida). Schnabel lang und dünn, gebogen, Zunge hornig, kurz. l gekrümmt, zusammengedrückt. Klettern mit r Geschicklichkeit an Bäumen, Felsen und Mauern und abwärts nach Insekten. Hierher der schöne erläufer (Tichodroma muraria, Taf. 14, Fig. 4) n Alpen, mit karminrothen Flecken auf den gen; der Baumläufer (Certhia familiaris), häufig ßen, kurz, dick, graubraun; die Baumspechte f des Blauspechts, Sitta caesia, Fig. 5) mit dem Schnabel.

hierher die ausländischen, durch Farbenpracht (meist allem) ausgezeichneten Familien der Honigvögel nivorida) und Honigfresser (Meliphagida), welche ekten und Honig aus großen Blüten saugen.

ppe mit ausgeschnittenem Oberschnabel, der einen Zahn bildet (Dentirostra).

milie der Drosseln (Turdida). Schnabel krumm gen, leicht gekerbt; Beine kräftig, hoch; Läufe ge- l. Gefieder meist düster gefärbt, grau gesprenkelt. treffliche Sänger, nähren sich von Insekten und en, vorzugsweise von letztern im Herbst, und überall als Braten sehr geschätzt. Hierher die Barzamsel (Merula vulgaris, Taf. 13, Fig. 19), unserer besten Sänger, sehr geschickt im ahmen anderer Vögel; der Krammetsvogel dus pilaris, Fig. 18), vorzugsweise als Nahrung dt und eine Menge anderer. Hierher auch die nte Spottdrossel (Mimus polyglottus) in Nord- ika.

e Familie der Würger (Lanida) zeichnet sich allen andern Singvögeln durch das grausame ell aus, welches sie einigermaßen den Raub- n nähert. Die starken und kräftigen Vögel näh- ich hauptsächlich von Insekten, greifen aber auch re Vögel und Säugethiere mit großem Muthe nd haben von der Gewohnheit, die im Vorrath tete Beute auf Dornen aufzuspießen, den Volks- n Neuntödter erhalten. Der Schnabel ist kräftig, h zusammengedrückt, hakig umgebogen, scharf zu- t und hinter der Spitze mit einem vorspringen- den Zahne oder einer scharfen Ecke versehen; an der Basis stehen starke, lange Bartborsten. Die Würger haben zehn Handschwingen, von denen die erste zwar immer kürzer ist als die übrigen, aber dennoch oft eine bedeutendere Länge erreicht als dies bei den übrigen Singvögeln der Fall ist. Der Lauf ist vorn getäfelt, seitlich mit Stiefelschienen versehen, die Stimme nicht unangenehm, das Nachahmungstalent bedeutend. Wir haben den großen Würger (Neuntödter, Lanius excubitor, Taf. 14, Fig. 3), schädlich durch Zerstörung von Nestern, die kleinern Arten nützlich durch Vertilgung von Insekten.

Die Familie der Fliegenschnäpper (Muscicapida) umfaßt kleine Singvögel mit breitem, niedergedrücktem Schnabel, dessen Spitze meist hakenförmig umgebogen und hinter dieser Hakenspitze mit einer Kerbe versehen ist. An der Basis des Schnabels stehen gewöhnlich starke, vorwärtsgerichtete Borsten, welche zuweilen zu einer Art Federbusch vereinigt sind. An den Flügeln finden sich stets zehn Handschwingen, von denen die erste bedeutend kürzer, die dritte oder fünfte gewöhnlich die längste ist. Der Lauf zeigt vorn Schuppentafeln, auf der Seite Stiefelschienen. Das Gefieder ist meist seidenartig, selten reich gefärbt. Die kleinen muntern Vögel leben in Hecken und Gebüschen und schnappen meist fliegende Insekten im Stoße weg, ohne sie indeß in ähnlicher Weise zu jagen, wie dies die Schwalben thun. Die Arten der nördlichen und gemäßigten Gegenden ziehen im Winter gegen Süden.

Gruppe der Spaltschnäbler (Fissirostra).

Die Familie der Schwalben (Hirundinida) hat einen breiten, flachen, sehr tief gespaltenen, an der Spitze etwas gekrümmten Schnabel und einen ungemein weiten Rachen, der sich bis hinter die Augen öffnet. Die Nasenlöcher sind länglich, die Bartborsten, welche sich am Grunde des Schnabels befinden, kurz und schwach; die Flügel sehr lang, zugespitzt, mit neun Handschwingen versehen, von welchen die vorderste die längste ist. Die Zahl der Armschwingen beträgt ebenfalls neun. Die Füße sind kurz, kräftig, die mittlere Zehe bedeutend länger, die Hinterzehe zum Unterschiede von den Mauerschwalben, die der Ordnung der Schreivögel angehören, wirklich nach hinten gedreht. Bei einigen Arten sind Läufe und Zehen bis zu den Krallen befiedert, bei andern nackt und dann vorn getäfelt, während die Seiten gestiefelt sind. Das Brustbein hat zwei doppelte seitliche Ausschnitte, ist aber wie der ganze Schulterapparat den langen Flügeln und ihren kräftigen Muskeln entsprechend stark entwickelt. Der schnelle und geschickte Flug der Schwalben, die Sicherheit, mit welcher sie in der Luft schwärmende Insekten schnappen, ist bekannt genug, ebenso ihre Wanderungen nach Süden beim Beginne der kältern Jahreszeit und ihre Rückkehr im Frühjahre, wo das Pärchen sein altes Nest mit großer Sicherheit wiederzufinden weiß. Sie bauen ihre Nester, die meistens aus Erde bestehen, deren Klumpen mittels des Saftes der Kopfdrüsen zusammengeklebt werden, gern an Mauern, Häusern oder in Felsritzen, wobei sie ein seitliches Flugloch lassen.

Unsere Hausschwalbe (Chelidon urbica, Taf. 13, Fig. 20), unten weiß, und die Rauchschwalbe (Hirundo rustica), an der Kehle rothbraun, bauen an und in Häusern, die Uferschwalbe (Hirundo riparia) an Flüssen in Uferlöchern.

Ordnung der Raubvögel (Rapacia).

Kurzer, starker, an der Spitze hakig gebogener, an der Basis mit Wachshaut versehener Ober-

schnabel, der über den Unterkiefer hinübergreift. Wenigstens bis zur Kniebeuge befiederte starke Füße mit langen, unten schwieligen Zehen und scharfen krummen Krallen (Fänge), Flügel lang.

Der Kopf der Raubvögel ist stets kurz, oft auffallend in die Breite gezogen durch die Entwickelung der großen Augenhöhlen; die Hirnkapsel rundlich; der Schnabel stets sehr stark und mit schneidenden, scharfen Rändern. Im allgemeinen ist er um so mehr von der Basis an gekrümmt, je raubgieriger das Naturell ist, deshalb bei den Aasfressenden (Adler, und besonders Geier) an der Wurzel zuerst gerade, bei Eulen und Jagdfalken dagegen unmittelbar gekrümmt. Hinter der scharfen Spitze ist die Schneide mit einem mehr oder minder tiefen Einschnitt und einem Zahne versehen; die Hakenspitze des Oberkiefers greift stets über den gewöhnlich geraden, kurzen Unterkiefer hinüber; an seiner Basis ist der Oberschnabel mit einer Wachshaut bekleidet, in welcher sich die nur selten verdeckten, meist offenen, rundlichen oder ovalen Nasenlöcher befinden. An der Basis des Schnabels stehen außerdem manchmal starke Bartborsten, während in andern Fällen dieselbe ganz nackt ist. Der Hals ist kräftig, oft nur sehr kurz, in andern Fällen länger und dann oft nackt oder nur mit Flaumfedern bekleidet, während bei kurzem Halse die Befiederung gewöhnlich über den ganzen Kopf hinweggeht. Die Flügel sind lang, spitz und besitzen durchaus zehn Handschwingen, deren relative Länge bei den einzelnen Familien sehr variirt. Die Armschwingen sind durchschnittlich sehr zahlreich im Verhältniß zu den vorigen Familien, indem man wenigstens 12, gewöhnlich 13 bis 18 und im Maximum sogar 27 findet. Der Schwanz ist breit, gewöhnlich lang, oft ausgezackt und enthält meistens 12, seltener 14 breite, steife Steuerfedern. Die Füße sind außerordentlich kräftig, dick, die Zehen kurz und stark, die langen, gebogenen Krallen sehr scharf und spitzig; immer sind drei Zehen nach vorn, eine nach hinten gerichtet und gewöhnlich die drei vordern Zehen oder wenigstens die beiden innern durch eine kurze Haut miteinander verbunden. Bei einer Familie, den Eulen, ist die äußere Zehe eine Wendezehe und kann vollständig nach hinten geschlagen werden, sodaß ein Kletterfuß gebildet wird. Die Läufe sind nur selten vorn mit Tafeln, gewöhnlich in ihrer ganzen Länge mit netzförmigen Schildern bedeckt. Hinsichtlich der innern Eingeweide ist zu bemerken, daß der Schlund sehr weit, faltig, mit starker Muskelhaut und einem weiten Kropfe versehen, der Magen dagegen groß und dünn ist und jener Muskelmassen und dicken Hornlagen entbehrt, die bei den Körnerfressern existiren. Die unverdaulichen Theile der Nahrung (Haare, Federn u. s. w.) werden in Form eines Klumpens (Gewölle) wieder ausgebrochen.

Sämmtliche Vögel dieser Ordnung leben vom Raube, die meisten fangen lebende Wirbelthiere oder begnügen sich auch mit Aas, und nur die kleinern Arten suchen zuweilen in der Noth ihren Hunger mit Insekten zu stillen. Das kunstlose, flache Nest, welches diese Vögel meist auf Bäumen, Felsen oder in Mauerlöchern anbringen, enthält gewöhnlich nur zwei, höchstens vier Eier, aus welchen die Jungen in ziemlich unvollendeter Entwickelung nackt und blind auskriechen und von den Alten lange Zeit gefüttert werden. Die Raubvögel leben stets paarweise und meistens vereinzelt, sodaß jedes Paar einen bestimmten Jagdbezirk hat, eine Regel, wovon nur einige, gewöhnlich von Aas lebenden Gattungen eine Ausnahme machen. Das Gesicht der Raubvögel ist ganz außerordentlich scharf; hoch in den Lüften schwebend entdecken sie die sie meistens mit rasender Schnelligkeit oder stoßen; nur wenige Arten jagen Beute im Fluge nach.

Unterordnung der Nachtraubvögel (Strigida).

Der Kopf ist verhältnißmäßig groß, erscheint bei den lebenden um so größer, facher Federschmuck ihn umgibt und kurz und ebenfalls dick befiedert runden, mit ungemein beweglicher, haut, die in possirlicher Weise über gefärbte Auge gezogen werden kann, sind ganz nach vorn gerichtet und aneinandergerückt, daß sie nur durch Scheidewand getrennt erscheinen. sonderbares Ansehen dadurch erhöht einem Kranze von Federn umgeben eine Art Trichter bildet. Der Schnabel aber stark und seiner ganzen Länge bogen. Die Wachshaut wird von gänzlich verdeckt, sodaß man nur Schnabelhaken sieht. Der Kranz von die Schnabelwurzel bedeckt, die Ohr nach hinten sich über die Ohröffnung der Schleier genannt; die Ohröffnung von einer nackten Haut umgeben und häutigen Klappe geschlossen werden. Rudiment eines äußern Ohrs gebildet noch durch einen Bündel von Federn die hinter demselben stehen und gegen der Schallwellen bestimmt sind. äußerst weich, wollig und aufgedunsen halb durchaus geräuschlos. Die starken kralligen Füße sind bis zu den Krallen vordern Schwungfedern am äußern die äußere Zehe, wie schon erwähnt die nach hinten gedreht werden jagen in der Dämmerung und nachts dem Lichte zu, wie alle Nachtthiere; unheimliche, tief dröhnende oder gellende zu den Sagen vom wilden Jäger geben hat; nisten kunstlos an dunkeln löchern, Mauerspalten und Höhlen; die intelligentesten Raubvögel und zähmen. Bei Tage werden sie, da scheu sind, von allen andern Vögeln plagt, was auch zur Jagd in der Nacht wird, indem man einen gefesselten freien, von Bäumen umgebenen Platz die Krähen und Raben sich zur Ver Mit Ausnahme des Uhu, der der fügt, sind alle Eulen höchst nützlich sonders durch Vertilgung von Mäusen nächtlichen Ungeziefer uns vor Scha

Familie der Ohreulen (Bubo Ohr mit großen Federbüscheln, dahi Schleier. Hierher unsere größte Eule maximus, Taf. 14, Fig. 14) oder groß wie ein Adler, selten, in großer selbst Hasen und junge Rehe an. Me der Größe durch die Waldohreule Sumpfohreule (Strix brachyotis), Zwergohreule (Ephialtes scops) in ländern.

Familie der Nachtkäuze (Syrnida gebildet, kei ne Ohrbüschel. Hierhe kauz (Syrnium aluco, Fig. 15), grau, in Wäldern, und die schöne

: Schleiereule (Strix flammea) in Gebäuden
inen.

llie der Tagkäuze (Surnida). Kein äußeres
ein ausgebildeter Schleier, schlankere Gestalt.
n weniger das Tageslicht, jagen schon in früher
rung und selbst an trüben Tagen. Hierher
chnordische Harfang (Surnia nyctea), von der
des Uhu, weiß mit dunkeln Flecken; die eben-
ordische, häufiger zu uns in kalten Wintern
de Sperbereule (Surnia nisoria), dem Sperber
und die Zwergeule (Surnia passerina), kletternd
n Schnabel; bei uns, häufiger im Süden, das
uzchen (Athene noctua), der Vogel der Minerva,
onders gern erleuchteten Fenstern zufliegt, des-
odtenvogel, da der Bauer nur bei tödlicher
ung oder bei der Leichenwacht nachts Licht

ordnung der Tagraubvögel (Diurna).

Gefieder ist straff, der Flug sogar scharf
d; die Augen mehr zur Seite gestellt,
chnabel nackt, nicht in den Federn ver-
n. Weder Schleier noch Ohrbüschel.
meist länger. Weit zahlreicher als die
. Weibchen stets größer als die Männ-
die meist dunkler gefärbt sind.

Familie der Falken (Falconida) begreift die
sten und kräftigsten Raubvögel, die allein von
igen Thieren sich nähren. Der dicke Kopf und
e Hals sind durchaus befiedert, der Schnabel
stark, fast immer von der Wurzel an gekrümmt,
ugen seitlich gestellt, von einer vorspringenden
braue überwölbt, sodaß das Auge tief im
zu liegen scheint. Die Zügelgegend mit kurzen
en oder Borsten besetzt, die Flügel lang, spitz,
schwanz ziemlich lang, die Krallen der Füße stark
mmt und sehr scharf. In der äußerst zahlreichen,
die ganze Erde verbreiteten Familie kann man
als besondere Gruppen unterscheiden: die Edel-
en (Falco), mit gedrungenem Körper, langem,
m Flügel, an dem die zweite Handschwinge die
ste ist, während die erste ihr wenig nachgibt, und
durchaus gekrümmtem, starkem Hakenschnabel,
r dessen scharfer Spitze ein Zahn sich befindet; es
ren in diese Gruppe die Falken, welche man früher
Jagd abrichtete, wie der abgebildete Jagdfalke
vfalco candicans, Taf. 15, Fig. 4), der im
en zu Hause, weiß mit braunen Flecken; der
alls mehr nordische Würgfalke (Falco lanarius);
n Deutschland heimische Wanderfalke (Falco pere-
s) und Baumfalke (Falco subbuteo) oder Lerchen-
, die alle in Ermangelung isländischer Falken
t zur Beize abgerichtet wurden. Ferner die
rm, Röthelfalke (Falco cenchris), Thurmfalke
o tinnunculus), die im Nothfalle sich auch mit
n Insekten (Heuschrecken u. s. w.) sättigen, meist
kleine Vögel jagen und deshalb schädlich sind.
Habichte (Astur), mit stark gekrümmtem, am
de breitem, sehr scharfhakigem Schnabel, längern
n und sehr spitzen Krallen, wozu der Plünderer
er Hühnerhöfe, der Taubenhabicht (Astur
nbarius, Fig. 3) und der Sperber (Nisus
nunis) gehört; die Gabelweihen (Milvus), mit
icherm, langhakigem Schnabel, kurzen Krallen und
n Zehen und langem Gabelschwanze; hierher die
hnliche Gabelweihe (Milvus regalis), die schön
ebt, auch auf Fische stößt, und der schlanke grau-
ne Wespenbussard (Pernis apivorus), der sich vor-
weise von Insekten, Eidechsen u. s. w. nährt und
Jungen mit den aus den zerstörten Nestern der
Hummeln, Wespen und Bienen genommenen Jungen
füttert. Die Weihen (Circus), mit kleinem, schwachem
Schnabel, langen dünnen Beinen und Zehen, schlankem
Körper, hauptsächlich Mäuse- und Froschvertilger, wie
die blaue Weihe (Circus cyaneus), während die Rohr-
weihen (Circus rufus) auch Fische und Wasservögel
jagen. Die Bussarde (Buteo), Körper plump, dick;
Kopf breit; Schnabel ohne Zahn; Flügel spitz; Schwanz
kurz; Läufe hoch; Zehen kurz und schwach; Krallen
meist abgeschliffen. Meist träge Vögel, die besonders
auf Baumstumpfen, Wegesteinen u. s. w. auf Mäuse
lauern, die sie aus der Erde herausholen. Die Adler
(Aquila), meist große Vögel mit hohem, aber an der
Wurzel geradem Schnabel, der den Uebergang zum
Geierschnabel macht und keinen Zahn besitzt; mit
stumpfen abgerundeten Flügeln, deren vierte oder
fünfte Schwinge die längste ist; Lauf meistens von
Hosen (lockerm Schenkelgefieder) bedeckt. Der Flug
nicht gewandt in Wendungen, aber schön schwebend in
Kreisen und sausend im Stoß. Die meisten Adler
nähren sich ebenso viel von Aas, als von lebender
Beute. Hierher die Fischadler (Haliaëtus fluvialis) auf
Flüssen und Seen, und die Seeadler (Haliaëtus albi-
cilla, Taf. 14, Fig. 20), mit weißem Schwanz, im
Norden von Europa; Haliaëtus leucocephalus, mit
weißem Kopf, in Nordamerika; der Schlangen-
adler (Circaëtus brachydactylus, Fig. 21), ohne
Hosen; unter den Hosenadlern der kleinere Schrei-
adler (Aquila naevius), der größere Kaiseradler
(Aquila imperialis), im Süden, besonders im Atlas,
und bei uns die größte Art, der Steinadler (Aquila
fulva, Fig. 19), der bis 3 Fuß und mehr mißt.

Familie der Stelzfalken (Gypogeranida). Körper
und Hals schlank und lang; Kopf breit; der Schnabel
stark, von Grund aus gebogen, ohne Zahn, mit sehr
großer Wachshaut; Flügel und Schwanz lang, an
ersterm die fünf ersten Schwingen gleich lang, und am
Handgelenk stumpfe, vorstehende Hornsporen; Beine
und besonders Läufe sehr lang, nackt, wie bei Stelz-
vögeln, mit kurzen Zehen und kaum gekrümmten Krallen.
Nur eine Gattung und Art, der afrikanische Kranich-
geier oder Secretär (Gypogeranus serpentarius,
Taf. 15, Fig. 5), ein unermüdlicher Schlangen-
vertilger, mit einem Federbusch im Nacken, als habe
er eine Feder hinter das Ohr gesteckt. Den giftigen
Schlangen hält er den spornbewaffneten Flügel wie
ein Schild vor und greift sie mit seltsamen Geberden
und Sprüngen an, bis er ihnen den Kopf zerhackt.
Jetzt auch auf den Antillen acclimatisirt.

Den Uebergang von den Adlern zu den Geiern
bilden die Lämmergeier (Gypaëtida), Bewohner der
europäischen und asiatischen Hochgebirge, die mit dem
an der Basis geraden, dann kuppig gekrümmten
Schnabel der Geier, mit den hochliegenden Augen und
den wenig gekrümmten Krallen derselben die Befiederung
des Kopfes und Halses verbinden, welche man bei den
Falken wahrnimmt, denen sich diese Vögel auch durch
ihre Lebensart nähern, indem sie hauptsächlich nur auf
lebende Thiere Jagd machen. Der Lämmergeier oder
Bartgeier (Gypaëtus barbatus, Fig. 1) ist der
größte Raubvogel der gemäßigten Zonen, der dem
Condor nur sehr wenig an Größe nachgibt, Lämmer
und Zicklein von Ziegen und Gemsen raubt und große
Knochen hinabschlingt, die er auch verdaut. Aas ver-
schmäht er sowenig als der Adler.

Familie der Geier (Vulturida). Meist große, selbst
sehr große Vögel mit langem Hals, der ebenso wie
der Kopf nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt ist.
Häufig fleischige Auswüchse am Kopfe oder Flaumen-
kragen am Nacken. Schnabel lang, erst gerade, nur

an der Spitze gebogen und dort auch meist als Kuppe erhoben. Die Flügel sind groß und breit, abgerundet, die Füße lang, die Zehen schwach und lang, aber die Krallen nicht so krumm und scharf als bei den Falken. Die echten Geier mit nacktem Kopf und Hals und flachliegenden Augen leben meistens in Scharen zusammen, nähren sich hauptsächlich von Aas und werden dadurch in heißen Ländern sehr nützlich. Es sind träge Vögel, die stundenlang mit hängendem Kopfe ruhig sitzen, bis sie eine Beute gewahren, von der sie mit unersättlicher Gier oft so viel verschlingen, daß sie zum Fluge fast unfähig werden. Sie schweben und kreisen noch schöner und höher als die Adler. Hierher der größte jetzt lebende fliegende Vogel, der Condor (Sarcorhamphus gryphus, Taf. 14, Fig. 16), mit stark kuppigem Schnabel, Fleischauswüchsen und einer weißen Dunenkrause am Anfange des langen, fast nackten Halses, der in den höchsten Gebirgen Südamerikas ähnlich lebt wie der Lämmergeier in den Alpen. Der schön gezeichnete Geierkönig (Sarcorhamphus Papa) in Brasilien und Mexico; die amerikanischen Aasgeier mit nacktem Gesicht (Cathartes); ferner die Geier der Alten Welt, der graue, die Adler weit an Größe übertreffende Wüstengeier (Grauer Geier, Vultur cinereus, Fig. 17), mit zerschlissener Halskrause, in Afrika, und der kleine Aasgeier (Neophron percnopterus, Fig. 18), der auch in Südeuropa nistet.

Ordnung der Girrvögel (Gyrantes).

Schnabel gerade, weich, nur an der Kuppe hornig, mit aufgetriebenen Klappen an den im weichen Theile liegenden Nasenlöchern. Stark drüsiger Kropf, der eine milchige Flüssigkeit absondert, womit die Jungen im Neste, die keine Dunen haben, ernährt werden.

Familie der Zwergdronten (Didunculida). Schnabel einem Geierschnabel ähnlich, aber am Grunde weich, mit starker Kuppe und stumpfer Spitze über den Unterschnabel übergreifend (Didunculus strigirostris, Taf. 15, Fig. 6), der zwei starke Zähne hat; die Nasenlöcher schräg im weichen Theile; Flügel mäßig; Schwanz kurz; Lauf stark, Zehen lang, Krallen krumm. Ein sehr seltener Vogel, auf den Navigator-Inseln, der aber mit dem auf Isle de France seit zweihundert Jahren ausgestorbenen Dronte oder Dodo (Didus ineptus), der nicht fliegen konnte und von Truthahngröße war, die meiste Aehnlichkeit hat.

Die Familie der Tauben (Columbida) ist scharf begrenzt durch die ausgezeichnete Bildung des Schnabels, welcher ziemlich lang und schwach ist, eine vordere Kuppe hat, dann abgesetzt ist und sich mit einer neuen kuppenförmigen Wölbung erhebt, die durch eine Knorpelschuppe bedingt ist, welche die Nasenlöcher bedeckt und selbst wieder von einer nackten, weichen, meist warzigen Haut überzogen wird. Die Flügel sind lang, spitzig und haben durchgreifend 10 Handschwingen und 11 bis 15 Armschwingen, während der Schwanz fast allgemein 12, sehr selten 16 Steuerfedern zeigt. Die Füße sind kurz, die Zehen lang, gänzlich gespalten, ohne Spannhaut, die Außenzehe zuweilen mit der mittlern an ihrer Wurzel verwachsen, die Hinterzehe lang, vollkommen ausgebildet, berührt mit der ganzen Unterfläche den Boden beim Auftreten. Der Lauf ist nur selten gekörnt oder mit netzförmiger Hornhaut begleitet, gewöhnlich finden sich deutliche schuppige Schilder auf der Vorderseite, die indessen nie zu förmlichen Stiefelblättern verschmelzen. Die Tauben leben bekanntlich in Monogamie, aber zugleich in größern Gesellschaften, vorzugsweise in Wäldern, wo sie ihre kunstlosen Nester auf
Einige Arten, die sich durch die
ihrer Füße den Hühnervögeln näher
oft die Tauben als besondere Fa
leben mehr auf der Erde und da
Sträuchern. Die meisten Arten l
auf einmal, brüten aber mehrmal
welchem Geschäfte Männchen und
Fast alle fliegen äußerst geschickt
wandern zuweilen in ungeheuern
doch nur auf beschränkte Entfernu
sich hauptsächlich von Sämereien
und füttern die anfangs blinden u
losen Jungen mit dem im Kropfe a
Sie sind über die ganze Erde ver
hühnerähnlichen Arten mehr in süd

Bei uns finden sich in den
scheue Ringeltaube (Palumbus
die größte der einheimischen
kleinere Holztaube (Columba
selben Fig. 8). Unsere Haustaub
ordentlich vielen Varietäten stam
nachgewiesen hat, alle von der Fel
livia) ab, welche an steinigen, na
siedelt und vom Norden Europa
hin heimisch ist. Sie wurde im
Tausenden von Jahren gezüchtet
rietäten sind schon in den ältesten
dier erwähnt. Bekannt ist auch di
Wandertaube (Ectopistes migrato
Züge in den Waldungen in ungehe
nimmt, und die schönen, großen Kro
aus Neuguinea, jetzt eine Zierde
Man kennt über 200 Arten von

Unterklasse der Nestflüchter

Die Jungen verlassen das Ne
dem Ausschlüpfen und suchen ihr
Anleitung der Alten.

Ordnung der Hühnervöge

Meist schwere Vögel mit ab
zen Flügeln, kurzem Schnabe
mit einem kuppenförmig ab
über den Unterschnabel überg
Zehen lang und stark, Nägel

Die meist großen und schweren
Ordnung bilden, besitzen einen stark
der stets kürzer als der Kopf u
ganzen Länge, bald nur vorn
Die Ränder und die Spitze des O
über den Unterschnabel herüber,
erstern wird meist noch dadurch
Nasenlöcher mit einer hornigen
Schuppe überwölbt, theilweise bede
einer Wachshaut umgeben sind.
man an dem Kopfe verschieden gele
sowie Kämme und Fleischauswüchs
erectilen Gewebe gebildet sind und
Blut strotzend anfüllen. Die Flüge
sind verhältnißmäßig kurz, der
selten anhaltend, gewöhnlich sehr
niedrig; das Gefieder ist straff, o
Farben und lebhaftem Metallglanze
oft ungemein entwickelt und fähig,
und entfaltet zu werden. Die Be
lerer Höhe, sehr stark und kräftig,
zuweilen selbst bis zu den Zehen
stets finden sich drei kräftige Vorder
meist platten Nägeln, die entweder

unde durch eine kurze Haut verbunden sind; te Zehe ist stets nach hinten gerichtet, meist hwach und rudimentär und in ähnlicher Weise Afterklaue mancher Säugethiere in einiger der dem Boden angeheftet. Nur bei denjenigen gen, welche vorzugsweise gern auf Bäumen nd seltener auf die Erde kommen, steht eine e vierte Zehe im gleichen Niveau mit den . Bei den Männchen der meisten Gattungen ich außerdem noch in einiger Höhe über dem ein starker, oft sehr spitzer und scharfer Sporn r nach innen und hinten gewendet ist und den vorzugsweise als Waffe dient. Die meisten dieser Ordnung halten sich stets auf der Erde, f Heiden und in niedern Holzbeständen auf, ihr kunstloses Nest gewöhnlich auf flacher Erde . Der Hahn hat eine größere Anzahl von um sich, welche einzig das Brütegeschäft voll-

Die Jungen nähren sich anfangs mehr von n und Würmern, während sie später härtere ien vorziehen, die meistens mit den starken aus der Erde hervorgescharrt werden. Fast ten sind äußerst leicht zähmbar und werden so- s wohlschmeckenden Fleisches als der Eier wegen als Hausgeflügel gezüchtet, während andere r geschätztes Wild und noch andere Schmuck- unserer Hühnerhöfe und Thiergärten sind.

milie der Steppenhühner (Pteroclida). Körper gen, Schnabel kurz, schwach gekrümmt; Flügel Schwanz lang, keilförmig; Zehen kurz, Hinter- udimentär. Leicht fliegende Steppenvögel, die g hausen und zuweilen, wie die abgebildete Art ppenhuhn, Syrrhaptes paradoxus, Taf. 15, 0) bis nach Europa aus Asien herüberkommen. e Arten in Afrika.

milie der Rauhfußhühner (Tetraonida). Körper nd schwer; Kopf klein, vollständig befiedert, mit ahme zuweilen einer kleinen Stelle über dem ; Schnabel kurz, stark gekrümmt; Flügel kurz, ret; Füße sporenlos, meist bis zur Fußwurzel und t bis zu den Zehen befiedert; Hinterzehe schwach ildet, höher gestellt als die andern. Scheue, ds gezähmte Vögel, die in Wäldern und Feldern mpfs leben, von einem alten Männchen geführt. höchst geschätzt als Wildpret.

uppe der Waldhühner, mit kurzem, am Grunde em Schnabel, die Nasenlöcher mit kleinen Federn efüllt. Hierher unser Auerhahn, das Männchen ng (Auerhahn, Tetrao urogallus, Fig. 12), Weibchen (Auerhuhn, Tetrao urogallus, 13) braungelb gesprenkelt, in dichten Wäl- nährt sich von Beeren und Sprossen, balzt Frühjahre; der Birkhahn (Tetrao tetrix, 14) oder Spielhahn, mit ausgeschweiftem Ga- wanz, auf lichten Waldstellen und Heiden; Haselhuhn (Bonasia sylvestris, Taf. 16, 2), auf buschigen Berggehängen; die Schnee- er (Lagopus alpinus, scoticus) im Norden und hohen Gebirgen über der Waldgrenze, im Winter werdend. Gruppe der Feldhühner, mit nackter ugrube, kurzem Schwanz, wozu unser graues Feld- (Rebhuhn, Perdix cinerea, Taf. 15, Fig. 15) das rothe (Perdix rubra) im südlichen Europa, Feldern, nur ausnahmsweise im Walde, und die ihren Schlag bekannte Wachtel (Coturnix munis, Fig. 11), die trotz ihres schlechten s im Herbst über das Mittelmeer zieht und im hjahr zu den Feldern zurückkehrt, wobei Millionen ommen, besonders durch die Jagd in den Mittel- gegenden.

Familie der Hühner (Phasianida). Kopf und Wangen mit nackten Hautstellen, Fleischauswüchsen, Kämmen, Federbüschen; Schnabel und Füße mittellang; Sporen an den Füßen des Männchens, das durch den Glanz und die Farbenpracht seines Gefieders und durch die Entwickelung der Schwanzfedern sich besonders auszeichnet. Das Magazin, aus welchem sich unsere Hühnerhöfe ergänzen. Unser Haushuhn mit seinen unendlichen, durch Züchtung hervorgebrachten Varietäten stammt wahrscheinlich von einer indischen Art (Gallus bankiva); der Truthahn von einer noch in Nordamerika wild in Wäldern lebenden Art (Truthahn, Meleagris gallopavo, Fig. 16). Hierher ferner die Fasanen (Phasianus) mit langem Schwanze, dessen Federn am Ende zugespitzt sind, der gemeine Fasan aus Kolchis stammend, der Goldfasan (Thaumalea picta, Fig. 17) aus dem nördlichen, der Silberfasan (Gallophasis nycthemerus) aus dem südlichen China. Hierher ferner die Pfauen (Pavo) mit an der Spitze verbreiterten Federn des langen Schwanzes, der gespreizt wird; unser gewöhnlicher Pfau (Pavo cristatus), aus Indien, der Argusfasan (Argus giganteus), aus Südamerika; dann die Perlhühner (Perlhuhn, Numida meleagris, Taf. 16, Fig. 1), alle aus Afrika, mit kurzem Schwanz und getüpfeltem Gefieder.

Familie der Großfüßer (Megapodida). Beine hoch, mit großen, langen und starken Zehen. Neuholländer. Sie legen sehr große Eier in Dunghaufen und lassen sie dort ausbrüten (Talegalla).

Familie der Hokkohühner (Cracida). Große Hühner ohne Sporn, welche durch die Entwickelung eines einfachen, langen, ausstülpbaren Penis sich mehr den straußartigen Vögeln nähern. Die etwa die Größe eines Truthahns erreichenden Vögel (Hokko, Crax alector, Fig. 3) leben und nisten auf Bäumen und haben in Uebereinstimmung mit dieser Lebensart eine lange, starke Hinterzehe, die mit den Vorderzehen in gleicher Höhe steht. Der Schnabel ist sehr stark, krumm gewölbt, mit scharfer Spitze; Augengegend und Oberkehle meist nackt und oft mit Federbüschen oder Auswüchsen geziert; der Sporn fehlt ihnen ganz allgemein; ihr Schwanz ist lang und abgerundet, die Flügel zum Unterschiede von den Riesenvögeln durchaus wohlgebildet und mit kräftigen Schwungfedern versehen. Die Familie ist nur auf Südamerika beschränkt. Dieselbe Bildung der Begattungsorgane zeigen die südamerikanischen Steißhühner (Crypturida), langhalsige Thiere mit langem Schnabel, die den Rallen ähnlich sind und auf Heiden leben.

Ordnung der Laufvögel (Brevipennes).

Flügel verkümmert; Brustbein ohne Kamm; Gabelknochen rudimentär; starke, hohe Lauffüße mit wenigen dicken Zehen und platten Nägeln. Können nicht fliegen.

Der wesentlichste Charakter dieser Ordnung, welcher die größten Vögel angehören, besteht in der Verkümmerung der Flügel, deren Knochen zwar nicht fehlen, aber entweder ganz unter dem übrigen Federkleide versteckt oder mit fahnenlosen Schwungfedern versehen sind, welche der Luft durchaus keinen Widerstand leisten können. Die meist sehr großen Vögel sind deshalb gänzlich unfähig zu fliegen und einzig auf ihre Füße als Bewegungsorgane angewiesen. Ihre Knochen unterscheiden sich deshalb auch von denen der meisten übrigen Vögel durch den fast gänzlichen Mangel der Luftzellen, sowie ihr Brustbein in Uebereinstimmung mit der rudimentären Ausbildung der Flügelmuskeln eines Kammes gänzlich entbeh-

und nur eine breite, gewölbte Platte bildet. Der Schnabel der Laufvögel (Kopf des Straußes, Struthio, Taf. 16, Fig. 8) ist meist kurz, abgeplattet, dreieckig mit stumpfer Spitze, oder sehr lang und dünn; die Nasenlöcher in der Mitte oder ganz vorn an der Spitze desselben gelegen, Kopf und Hals gewöhnlich nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt. Der Schwanz hat entweder gar keine Steuerfedern, oder nur einen Busch zerschlissener, mehr haarartiger Federn; die Füße sind lang, hoch, außerordentlich kräftig, die Schenkel dick, ihre Muskeln sehr stark, die Zehen kurz, breit, mit schwieliger Sohle (Fuß des Straußes, Fig. 9) und platten Nägeln versehen, die Hinterzehe fehlt entweder ganz oder zeigt nur einen ganz kleinen, unbedeutenden Stummel, bei den meisten sind drei, bei dem afrikanischen Strauße, dem größten Vogel überhaupt, nur zwei Zehen entwickelt. An dem Schädel bleiben die einzelnen Knochen lange getrennt; das unbeweglich verschmolzene Kreuzbein umfaßt eine sehr große Anzahl von Wirbeln und das Becken ist sehr verlängert. Der Urin wird gesondert abgelassen, nicht wie bei den andern Vögeln mit dem Kothe. Die Männchen haben entweder eine Ruthe, wie die Hokkohühner, oder sogar, wie beim afrikanischen Strauße, einen Schwellkörper in derselben. Die Lebensart ist sehr verschieden.

Familie der Strauße (Struthionida). Der Kopf ist klein, der Hals sehr lang, die Beine sehr hoch. Der Kopf wenigstens, zuweilen auch der Hals, ist nackt oder mit kurzem Flaum bedeckt, die Ohröffnung steht vor. Laufvögel der Ebenen und Wüsten, die in kleinen Trupps zusammenleben, ihre großen und schweren Eier in ein gemeinschaftliches Nest, meist nur eine Höhlung im Sande, legen und dasselbe so bebrüten, daß die Hennen bei Tage abwechseln, der Hahn aber bei Nacht brütet und das Nest vertheidigt. Der afrikanische Strauß (Struthio camelus, Fig. 7) hat nur zwei Zehen, von welchen die innere die längste ist, breiten, platten Schnabel, beflaumten Hals und eigenthümlich zerschlissene, lange weiche Federn an den rudimentären Flügeln und dem Schwanze. Er ist auf die Ebenen und Wüsten Afrikas beschränkt, wird mit untergelegten Pferden müde gehetzt und der Federn wegen jetzt auch am Cap gezüchtet. Der südamerikanische Strauß oder Nandu (Rhea americana, Fig. 10), dem vorigen in allem andern ähnlich, aber mit drei Zehen und ohne die zerschlissenen Federn an Flügeln und Schwanz, weit kleiner, lebt in den Pampas Südamerikas durchaus so wie der Strauß. Eine dritte Gruppe, in Oceanien und Australien heimisch, hat ebenfalls drei Zehen, keinen Schwanz, aber einen seitlich etwas comprimirten Schnabel, im Flügel fünf steife fahnenlose Kiele und Federn mit einem langen Afterschaft und langer loser Fahne, die doppelt erscheinen und wie ein grobhaariges Vlies über den Körper hängen. Hierher gehört der Emu aus Neuholland (Dromaius Novae Hollandiae), der äußerlich dem Nandu sehr ähnlich sieht, und die Kasuare aus den Sunda-Inseln (Kopf des Kasuars, Casuarius galeatus, Fig. 5), mit nacktem Kopf und Hals, an dem Fleischlappen angebracht sind, und einem helmartigen Aufsatze auf dem Schnabel, der sich über den Kopf hinaufzieht.

Familie der Kiwi-Kiwi (Apterygida). Der ganze Körper dieser Vögel, von denen man jetzt drei Arten kennt, ist mit langen, haarartigen Federn bedeckt, ähnlich denjenigen des Kasuars (Kiwi-Kiwi, Apteryx australis, Fig. 11), welche die kurzen, stummelartigen Flügel gänzlich verstecken. Der Vogel hat einen langen, runden, weichen Schnabel, ähnlich d
an dessen vorderm Ende die mit
schließbaren Nasenlöcher stehen, u
drei Vorderzehen und einer rudime
gerichteten Hinterzehe. Der seltsa
Größe eines Huhns erreicht, leb
Wäldern Neuseelands in Erdlöch
nachts seiner aus Würmern bestehen
man jagt ihn bei Fackelschein mit
nicht entgehen kann, da er eine nu
keit besitzt. Er legt nur ein, ver
heuer großes Ei, das etwa ein Fü
des ganzen Vogels beträgt.

Zu dieser Gruppe gehören auch
Riesenvögel Neuseelands, von den
genannt (Dinornis).

Ordnung der Stelzvögel (

Hals und Beine lang, le
meist nur bis zur Hälfte der
fiedert. Flügel gut entwick

Im allgemeinen Habitus den
unterscheiden sich die Stelz- oder
ersten Blick durch die kräftige Entwi
die meist einen raschen und selbst
falls aber sehr ausdauernden Flu
Vögel nehmen dabei eine eigene S
sie den langen Hals nach vorn,
nach hinten wagerecht ausstrecken.
sehr verschiedene Formen, ist indess
der Kopf, selten abgeplattet, häuf
Die Länge des Halses steht im
jenigen der Beine; derselbe ist, m
selten nackt, meist befiedert. Das
straff an, ähnlich dem der Wasservö
düstere, selten hellere Farben, wo d
wiegt, aber fast nie Metallglanz;
einzelne Arten mit schönen Federbü
Schmuckfedern und ähnlicher Zier.
unverhältnißmäßig lang, besonders
grobem Netzwerk überzogen, nicht
Unterschenkel gewöhnlich zur Hälfte
sich bei kürzern Füßen manchmal Fe
beuge, aber nicht darüber hinaus.
meist sehr lang, gerade, dünn, mi
versehen, selten ringsum mit häu
säumt, meist aber entweder ganz
äußern an ihrem Grunde mit unbed
sammengeheftet. In der Entwickelun
herrscht eine sehr große Verschiedenhe
ganz fehlt, bald eine ziemliche Läng
lich aber doch nur rudimentär ist, o
Sporn trägt. Die meisten Vögel dies
sich an flachen Ufern der Gewässer,
morastigen Gegenden auf, wo sie mi
umherwaten und ihre aus Würme
Wasserthieren bestehende Nahrung su
die Gewohnheit, stundenlang auf
eingezogenem Halse still zu stehen; d
sich in Gefahr, indem sie sich ihre
trauen, einige indeß sind äußerst sc
fliegen nur selten, sodaß man sie
kann. Die meisten sind Strich- od
im Sommer an ihren nordischen A
im Winter aber in wärmere Geg
leben meist paarweise, vereinigen
größern Gesellschaften. Nester stets
an der Erde. Bei denjenigen Arte
Bäumen oder Häusern nisten (Reiher,

gen noch lange im Neste und werden von den
ttert.
lie der Hühnerstelzen (Alectorida). Schnabel
chstens so lang als der Kopf, stark, kuppig ge-
mit hakiger, über den Unterschnabel herüber-
er Kuppe, Flügel kurz; Schwanz verschieden;
en das Aussehen von schweren Hühnervögeln.
terscheiden sich aber dadurch, daß die Unter-
nur bis zur Hälfte unbefiedert sind. Die Läufe
ftig und stark, die Zehen ganz frei oder nur
unde geheftet, kräftig, lang, die Hinterzehe
chtig entwickelt und zuweilen mit einem schar-
orn versehen. Die meisten Vögel dieser Fa-
hen theils in Gehölzen, theils in trockenen,
Gegenden vorzugsweise von Sämereien, weniger
sekten oder andern Thieren und sind äußerst
e Läufer, welche nur selten und schwerfällig
Die Trappen repräsentiren die Familie in
en Welt. Die große Trappe (Olis tarda), über
Meter hoch, der Körper von der Größe eines
ns; die Zwergtrappen (Olis tetrax, Taf. 16,
), leben besonders im Südosten Europas in
n und Ebenen, halten sich truppweise, werden
nden gejagt, früher mit Falken gebaizt, nähren
rzugsweise von Sämereien.
ge südamerikanische Gattungen werden ihres
s wegen gezähmt und den Hühnerheerden bei-
welche sie mit Schnabelhieben und Schlägen
spornten Flügels gegen Angriffe des Raubzeugs
ergisch zu vertheidigen wissen. Zu diesen Hirten-
gehört der Agami (Psophia crepitans, Taf. 17,
), mit kurzem, von den Deckfedern überragtem
mze und eigenthümlich trompetender Stimme,
der Aniuma (Palamedea cornuta, Fig. 2),
ornartigem Auswuchs am Schnabelgrunde und
scharfen Sporen am Flügel. Ferner kann man
i die Seriema (Dicholophus cristatus, Taf. 16,
is) rechnen, mit starkem, an der Spitze etwas
gekrümmtem Schnabel und einem Schopfe darauf,
kurzer, den Boden nicht berührender Hinterzehe,
die mit eigenthümlich gestaltetem, kurzem Schna-
und langen Beinen ohne Hinterzehe versehenen
eervogel (Chionis alba, Fig. 16) der süd-
ikanischen Küsten.
milie der Kraniche (Gruida). Nesthocker. Schnabel
llang, um die Nasenlöcher verengt, oben einge-
rt, vom Schädel abgesetzt, Hals und Flügel lang;
schwingen und Decken zuweilen zerschlissen, lang
hängend, Läufe sehr lang; Schwanz kurz; Zehen
Hierher der gewöhnliche Kranich, der hoch in
uft, oft nur durch die Trompeterstimme bemerk-
im Frühjahr nach Norden, im Herbst nach Süden
Viele prachtvolle, sehr große Arten, zum Theil
Afrika und Südasien, die eine Zierde unserer
en sind, einige mit Federbüschen auf dem Kopfe
f des Kranichs, Grus cinerea, Taf. 17, Fig. 5).
milie der Reiher (Ardeida). Der Schnabel
r Vögel ist lang, hart, meist dick und stark an
Basis, gewöhnlich kegelförmig zugespitzt, zuweilen
breit abgeplattet, mehr oder minder löffelförmig
auch sonst von seltsam abweichender Gestalt.
ngegend, Zügel, zuweilen der ganze Kopf und ein
l des Halses nackt oder mit eigenthümlichen Federn
mückt. Der Hals ist lang, oft schlangenartig, ge-
nlich dünn, zuweilen ziemlich verdickt, die Flügel
ig, die Füße sehr hoch, dünn, stelzenartig, die
terzehe meist vorhanden, aber kurz, die Vorder-
n stark, gewöhnlich mit breiter Bindehaut versehen.
Nesthocker. Hierher die eigentlichen Reiher (Ar-
a), mit spitz kegelförmigem, scharfrandigem Schnabel,
durchaus befiedertem Halse und meist verlängerten Schopffedern im Nacken; arge Fischräuber. Hierher unser gemeiner Reiher (Kopf des Reihers, Ardea cinerea, Fig. 7), der gemeinschaftlich auf hohen Bäumen nistet; die schönen Silberreiher (Ardea Egretta, garzetta), welche die prachtvollen weißen Aigretten aus steifen, zerschlissenen Federn an Kopf, Brust und Rücken tragen; die dicken, plumpen Rohrdommeln (Botaurus stellaris, Fig. 6) mit ihrer dröhnenden Stimme, vorzugsweise im Sumpfrohre; die Nachtreiher (Nycticorax); ferner die Störche (Ciconina) mit dickerm, geradem Schnabel, gehefteten Zehen, ohne Schöpfe und häufig mit nackten Stellen an Kopf und Hals, besonders Frosch- und Reptilienvertilger; hierher unser Storch (Ciconia alba, Fig. 9), und die scheußlichen Marabustörche mit langem Kehlsacke (Leptopilus), aber schön zerschlissenen Federn am Steiße; die als Reptilienvertilger in Aegypten sogar göttlich verehrten Ibisarten (Ibis religiosa, Fig. 11), mit dünnerm, gekrümmtem Schnabel; die Kahnreiher (Cancroma), mit breitem, kahnförmigem Schnabel, worunter der gewaltige Kahnschnabel (Balaeniceps rex) am obern Nil; die Schattenreiher (Schattenvogel, Scopus umbretta, Fig. 8), von dunkler Farbe, mit hohem, gekieltem Schnabel; die Löffelreiher (Platalea) mit plattem, vorn löffelartig ausgeweitetem Schnabel; die schönen Sonnenreiher (Eurypyga helias, Fig. 4) aus Südamerika, mit langem, schlankem, geradem Schnabel.

Familie der Strandläufer (Charadrida). Der Schnabel ist stets hart, mit festem Horne bekleidet, meist ziemlich lang, dünn und gebogen oder gerade, in andern Fällen aber auch kurz, kegelförmig und auf der Spitze gekuppt. Die Beine der meisten Gattungen sind äußerst lang, schmächtig, die Unterschenkel ihrem größten Theile nach nackt, nur bei einigen kurzbeinigen Gattungen bis zur Fußbeuge gefiedert; die Hinterzehe fehlt entweder ganz oder ist nur durch einen unbedeutenden Anhang repräsentirt. Die langen, dünnen Vorderzehen sind ganz frei oder geheftet, zuweilen auch durch eine Schwimmhaut miteinander verbunden. Die Vögel dieser Familie leben besonders gern an sandigen Ufern oder selbst in trockenen Gegenden von Mollusken, Würmern und Insekten.

Zu ihnen gehört unser auf Mooren nistender Kibitz (Kopf des Kibitz, Vanellus cristatus, Taf. 16, Fig. 15), dessen Eier so sehr geschätzt und überschätzt sind; die Regenpfeifer (Charadrius), die durch ihr Pfeifen den Regen ankündigen sollen, an unsern Küsten; die rothfüßigen und rothschnäbeligen Austernfischer (Haematopus octralegus, Fig. 14), stets nach Nahrung am Strande suchend; die Säbler (Kopf des Säblers, Recurvirostra Avocatta, Taf. 17, Fig. 10), mit feinem, nach oben gekrümmtem Schnabel u. s. w.

Familie der Schnepfen (Scolopacida). Der Schnabel ist oft sehr lang, stets dünn, weich, biegsam, vollkommen gerade oder etwas nach oben oder unten gekrümmt und meist an der Spitze etwas verdickt. Dieser Endknopf ist ein sehr nervenreiches Tastwerkzeug, an den Seiten aber hart. Kopf rund, vollkommen befiedert, Hals kurz und dick; Nasenlöcher schmal, am Grunde des Schnabels. Füße kurz, dünn, schwach, oft bis zur Beuge befiedert; Hinterzehe klein, Vorderzehe lang. Die Thiere leben am Strande, an Flußufern, auf feuchten Mooren und Waldlichtungen und suchen, mit dem Schnabel im feuchten Boden bohrend, Insektenlarven und Würmer. Meist vortreffliches Fleisch.

Hierher die eigentlichen Schnepfen (Scolopax), mit

sehr langem, geradem Schnabel; Zugvögel, die im Frühjahre durchziehen, um im Norden zu brüten und im Herbste zurückkehren; die große Waldschnepfe (Scolopax rusticola, Taf. 16, Fig. 12), in Wäldern und feuchten Waldlichtungen; die Moorschnepfen oder Heerziegen (Kopf der Moorschnepfe, Gallinago scolopacinus, Fig. 13), in Mooren, weit kleiner, mit meckernder Stimme; an unsern Küsten, die im Gefieder außerordentlich wechselnden Kampfhähne (Machetes pugnax), mit sträubbarer Federholle um den Hals, die Männchen stets kämpfend, mit kürzerm, geradem Schnabel; die Brachvögel (Numenius) mit nach unten, und die Torfvögel (Limosa) mit nach oben gebogenem Schnabel.

Die Familie der Wasserhühner (Macrodactylia) hat einen kurzen Schnabel, der nur selten länger als der Kopf ist, aber gewöhnlich die Form eines spitzen Keils besitzt, der stark von der Seite zusammengedrückt ist. An der Seite des Oberschnabels findet sich meist eine Längsrinne oder auch nur eine Vertiefung, in welcher die durchgehenden Nasenlöcher liegen. Der Hals ist verhältnißmäßig kurz, dick, die Flügel nicht sehr entwickelt, die Beine kurz, aber dick und kräftig, und der Unterschenkel entweder ganz oder zum größten Theile befiedert, sodaß der ganze Habitus des Vogels ziemlich dem eines Hühnervogels gleicht. Die Zehen sind lang, kräftig, mit scharfen Nägeln versehen, die Hinterzehe gehörig ausgebildet und oft mit einem starken Sporn bewaffnet, der zuweilen selbst unverhältnißmäßig lang und dünn ist. Der Flügel ist bei einigen Gattungen an der Armecke mit einem starken spitzen Dorne bewaffnet, die Zehen bei andern in ihrem ganzen Umfange mit Hautlappen gesäumt. Viele von ihnen leben wie Wasservögel, schwimmen und tauchen geschickt, andere laufen mit großer Geschicklichkeit über die Wasserpflanzen und schlammigen Stellen. Leben von Gewürm. Hierher die Wasserhühner (Fulica atra, Taf. 17, Fig. 18), mit Lappenfüßen, schwimmen meist, fressen auch Pflanzen; die Teichhühner (Gallinula), mit schmalen gesäumten Zehen; die Sultanshühner (Porphyrio), schön gezeichnet; die gelbgrauen Rallen (Rallus), mit langem Schnabel, auf feuchten Wiesen (Ralle, Rallus aquaticus, Fig. 3); ebendaselbst der Wachtelkönig oder Wiesenschnarcher (Crex pratensis), mit knarrender Stimme; in Guiana der Chirurg oder die Jassana (Parra Jassana, Taf. 15, Fig. 18), ausgezeichnet durch einen Sporn am Flügel und die ungeheuer langen und dünnen, mit geraden langen Nägeln versehenen Füße, mit denen er auf den Blättern der Victoria und anderer großer Wasserpflanzen umherläuft.

Ordnung der Schwimmvögel (Natatores).

Straffes, aus großer Bürzeldrüse eingeöltes Federkleid, unter welchem dichte Dunen. Füße meist kurz, weit nach hinten gerückt. Zehen gelappt oder durch Schwimmhäute verbunden.

Der Schnabel ist von sehr verschiedener Gestalt, bald breit und flach, bald hoch, schneidend und kurz, bald lang und spitz, meist sehr hart, zuweilen aber auch weich und häufig mit besondern Vorrichtungen zum Festhalten und Durchseihen der Nahrung versehen. Das Gefieder ist stets straff, bei den meisten enggeschlossen und so gut aus der großen Bürzeldrüse eingeölt, daß das Wasser nicht darauf haftet. Die Flügel sehr verschieden ausgebildet: bald zu flachen, beschuppten Rudern umgestaltet; bald nur kurz und nur zu kurzem, schwerem Fluge dienend, in andern Fällen aber auf der höchsten Stufe der Ausbildung, die kein Landvogel erreicht.

gatten, Seeschwalben u. s.

und ausdauerndsten Flieger,

Die Zahl der Handschwingen

der Armschwingen ist weit

einer andern Ordnung, indem

in der Regel etwa zwanzig

bis zu vierzig finden. Der

kurz, aber kräftig und hat in

mehr Steuerfedern, deren

ansteigen kann. Die meist

sind stets bis zur Fußbe

kurz, von den Zehen stets

richtete vollständig ausgebild

bald gänzlich fehlt, bald n

kleinen Kralle bewaffneter S

seltenen Fällen wird die Hin

dann quer nach innen und

Zehen durch eine breite S

Die drei Vorderzehen sind

durch breite Schwimmhäute

zuweilen sind diese Schwimm

und in seltenen Ausnahmsf

durchaus frei, aber auf be

häutigen Schwimmrändern g

füße bilden das hauptsächlic

Schwimmen und Tauchen u

nach hinten gerückt, je meh

und das Schwimmtauchen a

Fällen nimmt auch der Körp

senkrechte Stellung an, wie

Pinguinen der Fall ist, w

unter dem Hintertheile steh

kommen aufrecht getragen wir

Wasservögeln, wo das Flugv

ist, der Körper beim Gehen

wird. Alle Wasservögel sch

der Oberfläche des Wassers,

als die Hälfte des Körpers

gehalten wird; die meisten

unmittelbar untertauchen u

hinabrudern, wie denn z. B

wöhnliche Nahrung, die aus

mehrern hundert Faden T

Gattungen mit ausgebildete

nur stoßend tauchen, indem sie

keit aus bedeutender Höhe au

Die meisten Wasservögel le

geheuern Schwärmen am M

felsige Ufer vor, an denen s

bauen. Einige höhlen soga

andere wissen ihr Nest so zu

Wasserspiegel an Pflanzen fes

meisten von ihnen werden th

Fleisches wegen, theils auch

Federn willen gejagt oder ge

Unterordnung der La

penne

Schnabel seitlich zusamm

Hornkuppe; Nasenlöcher oft

schuppen umgeben; Flügel la

Zehen durch Schwimmhäute

klein oder fehlend.

Familie der Sturmvög

dem Schnabel sitzen die N

Röhren umgeben, sodaß die

schnabel etwas ähnlich ist; de

scharf, comprimirt, hakig über

mentär oder gar nicht entw

…uen oder schwarzen Vögel fliegen äußerst ge… …uf dem Meere zwischen den Wellenbergen hin … und schnappen das dort Treibende auf. Lassen …nkende, klarige Flüssigkeit aus dem Kropfe

Hierher der Albatros oder das Kapschaf …ros, Diomedea exulans, Taf. 18, Fig. 7), groß Schwan, weiß, in den südlichen Meeren; die Sturmvögel (Procellaria glacialis, Taf. 18, … in den Nordmeeren; die kleinen Petersvögel …sidroma); die noch kleinern Sturmtaucher …us, Mergulus), von kleinen Krustenthieren lebend.

Familie der Möven (Larida) gleicht durch die …form und das Gefieder den Tauben oder den …ben, mit denen sie das außerordentlich ausge… …Flugvermögen theilen. Der Schnabel ist ge… …ich zusammengedrückt, bald lang, schmal und … bald kürzer und an der Spitze kuppenförmig …n, nur in Ausnahmefällen breiter oder auch mit …chen Kieferhälften versehen. Die Füße sind nur …ige Schwimmfüße mit einer freien Hinterzehe, …ch sie sich wesentlich von der vorigen Familie …cheiden; die Flügel sind lang, spitz, oft säbel… …, der Schwanz zuweilen schwalbenartig aus… …uten. Alle Möven sind Stoßtaucher, ihr Flug …t geschickt und zierlich, die meisten weiß mit …oder gelblich-bräunlich (Heringsmöve, Larus …, Fig. 8), noch geschickter sind die klei… Seeschwalben (Raubseeschwalbe, Sylochelidon …, Fig. 18), welche in der That wie Schwal… …umherschwärmen. Einige von diesen Vögeln …ia, Lestris catarractes, Fig. 17), die Raub… …n (Lestris), leben selbst hauptsächlich davon, …sie andere Stoßtaucher so lange verfolgen, bis …die erhaschte Beute fallen lassen, welche sie dann …schen Fluge wegschnappen, ehe sie noch den …erspiegel erreicht. Die Möven leben besonders …ördlichen Meeren, kommen aber auch, besonders …Winter, auf die süßen Gewässer der gemäßigten …en.

Unterordnung der Ruderfüßler (Steganopoda).

Der innere Hinterzehe des Fußes ist nach vorn …wandt und mit den andern Zehen durch Schwimm… …t verbunden (Fuß des Pelikans, Pelecanus, …f. 18, Fig. 1). Sind Nesthocker.

Familie der Scharben (Carbonida). Schnabel …rt, bald von der Seite zusammengedrückt, bald gestreckt, …ßt mit vordern Haken. Flügel lang. Bei vielen …das Flugvermögen nicht weniger ausgebildet als …n den vorigen. Alles arge Fischräuber, die zum …heil vortrefflich tauchen. Hierher der Tropikvogel …haeton aethereus, Fig. 19), aus den südlichen …eeren, der ebenso wie die Fregatte (Tachy…es aquila, Fig. 3) den Schiffern schon auf …underte von Meilen in offener See, hoch wie …ler fliegend, entgegenkommt; die Scharben (Phala…crocorax Carbo, Fig. 4), von verschiedener Größe, …ist rabenschwarz, zu Hunderten auf den Felsen …r nordischen Meere, die Flügel in der Sonne …chend; die weißen Tölpel (Sula alba, Fig. 2), …n den Nordmeeren mit Geräusch in das Wasser …lend, um nach einem Fische zu tauchen; der Schlangenhals (Plotus Levaillanti, Fig. 5), aus …Südamerika, an den großen Flüssen auf Beute …ßend.

Familie der Pelikane (Pelecanida). Große, schwere …Vögel von heller Farbe, mit langem Halse, kleinem …Kopf und sehr langem, schwachem Schnabel. Der …Oberschnabel ist gerade, dünn, mit kuppiger Haken… …spitze und langer Nasenfurche; der Unterkiefer, weit gespalten, trägt einen langen und weiten Hautsack (Kopf des Pelikans, Pelecanus onocrotalus, Taf. 17, Fig. 22), in welchem der Vogel die gefangenen Fische birgt. Sie leben zu Tausenden besonders in den Mittelmeergegenden an Seen und Lagunen und stellen förmliche Treibjagden auf die Fische an. Werden wie die Scharben zum Fischfang benutzt, indem man ihnen einen Ring um den Hals legt.

Unterordnung der Zahnschnäbler (Lamellirostres).

Der weichhäutige Schnabel ist an dem Rande mit quer vorspringenden Hornplättchen besetzt, die Zähnelungen am Rande der fleischigen Zunge entsprechen. Nestflüchter.

Familie der Flamingos (Phoenicopterida). Hals und Beine lang, wie bei den Stelzvögeln, und letztere auch ebenso befiedert. Dagegen ist der Kopf (Kopf des Flamingo, Phoenicopterus, Taf. 17, Fig. 13) der eines entenartigen Vogels, in der Mitte geknickt, breit, flach, mit dichten, niedrigen Lamellen besetzt, die Zunge am Rande gezahnt und die Füße (Fuß des Flamingo, Fig. 14) echte Schwimmfüße mit vollkommener Schwimmhaut und unvollständiger Hinterzehe. Die schöne mittelländische Art (Phoenicopterus ruber) gründelt in seichten Gewässern in der Stellung, welche dem Skelet gegeben wurde (Fig. 12) und läßt so den Schlamm durch den Schnabel laufen.

Die Familie der Enten (Anatida) enthält eine große Anzahl lebhaft gefärbter Arten mit dickem, breitem und flachem Schnabel, der vorn kuppenförmig herabgebogen ist und auf den Seiten von einer weichen, empfindlichen Haut bedeckt wird, welche vorstehende quere Falten oder Zacken zeigt und wie es scheint wesentlich zum Durchtasten des Schlammes dient, in welchem die Enten vorzugsweise ihre aus Würmern und Mollusken wie aus faulenden Stoffen bestehende Nahrung suchen. Das Gefieder der Entenvögel ist weich, flaumig, von einigen, wie von der Eiderente, außerordentlich geschätzt, die Flügel mittelmäßig groß und durch die starken steifen Schwungfedern zum Fluge äußerst geschickt. Die wilden Enten und Gänse sind äußerst schlaue, vorsichtige und scheue Vögel, von denen die meisten Arten süße Gewässer vorziehen, die seicht genug sind, um gründeln zu können, eine eigenthümliche Art des Tauchens, wobei die Thiere mit senkrecht nach unten gestelltem Leibe den Grund mit dem Schnabel durchsuchen, während sie den Bürzel über die Wasserfläche erheben. Die Füße der Enten haben drei lange, durch ganze Schwimmhaut verbundene Zehen und eine rudimentäre Hinterzehe, die bald ganz nackt, bald häutig gesäumt ist. Hierher die Gruppen der Schwäne (Cygnus) mit sehr langem Schlangenhalse und bis an das Auge reichender Wachshaut des Schnabels. Die abgebildete Art (Höckerschwan, Cygnus olor, Fig. 15) wild im Norden von Europa; der eigentlichen Enten mit kürzerm Hals, überall verbreitet; von der Wild- oder Stockente (Wildente, Anas boschas, Fig. 16) stammt unsere Hausente ab; der Tauchenten mit besäumter Hinterzehe, wohin die im Norden halb gezüchtete Eiderente (Somateria mollissima, Fig. 17) gehört, welche die geschätztesten Dunen liefert, die sie sich selbst ausrupft, um das Nest auszufüttern; die kleinen Schmuckenten u. s. w.

Familie der Sägetaucher (Mergida). Sonst wie Enten, aber der Schnabel (Kopf des Zwergsägers, Mergus albellus, Fig. 20) lang, seitlich zusammengedrückt, schmal, mit starker Kuppe und säge

artigen Zähnelungen. Die Füße (Fuß des Zwergsägers, Fig. 21) ganz wie Enten. Der große Sägetaucher (Mergus merganser, Fig. 19) von der Größe einer Gans, mit leicht röthlich-gelber Tinte der weißen Brust, wie die andern Arten auf den süßen Gewässern bei uns. Fleisch ranzig.

Unterordnung der Taucher (Urinatores).

Schnabel seitlich zusammengedrückt, hart, spitz und scharf; Flügel kurz, sichelförmig, zuweilen gar nicht befiedert; Beine sehr weit nach hinten gestellt, sodaß der Körper aufrecht getragen wird. Legen oft nur ein Ei. Nisten meist in Erdlöchern. Nesthocker.

Familie der Stoßtaucher (Colymbida). Schnabel lang, gerade, kantig und spitz. Kopf rundlich, oft mit Federbüschen und Halskrausen geziert; Hals lang und dünn; Flug schnell, aber ungeschickt; Füße mit kleiner, gesäumter Hinterzehe und die Vorderzehen entweder mit Schwimmhaut verbunden oder mit breiten Schwimmlappen umsäumt; Gefieder oft seidenglänzend. Sie leben paarweise, nicht in Scharen, hauptsächlich auf süßen Gewässern im Norden, schwimmen und tauchen äußerst geschickt nach Fischen und machen trotz ihrer kurzen Flügel weite Reisen gen Süden, wenn die nordischen Gewässer zufrieren. Hierher der Haubensteißfuß (Podiceps cristatus, Taf. 18, Fig. 10), mit Halskrause und Ohrbüscheln, dessen Brust ein sehr geschätztes silberglänzendes Pelzwerk liefert.

Familie der Alken (Alcida). Tauchvögel, deren Flügel zwar sehr kurz, aber nur selten zum Fliegen untauglich sind und meist Federbekleidung und, wenn auch kleine, Schwungfedern zeigen; die Füße stehen ebenso wie bei den Pinguinen sehr stark nach hinten, doch nicht ganz so weit, und der Körper wird in etwas schiefer Stellung getragen. Die Schwimmfüße sind ganz; die vierte Zehe fehlt durchaus; der Schnabel ist kurz, seitlich zusammengedrückt, sehr schneidend und scharf. Alle diese Vögel leben in großen Scharen in den nördlichen Polarmeeren, auf sogenannten Vogelbergen, meist senkrechten Klippen, in welche sie die Nestlöcher eingraben, werden ungeheuer fett und deshalb und ihrer Eier und Dunen wegen verfolgt. Hierher die Alke (Alca) mit hohem, gefurchtem, vorn kuppig abgebogenem Schnabel; der Tordalk (Alca torda, Fig. 11) kann noch fliegen; der seit 1842 ausgestorbene Riesenalk (Plautus impennis, Fig. 12), der früher über das ganze Nordmeer verbreitet war, nicht; die kleinen Krabbentaucher (Mergulus Alle, Fig. 13), mit kurzem, dickem Schnabel, von Krustenthieren lebend; die Larventaucher (Mormon fratercula, Fig. 14) oder Seepapagaien, mit sonderbar hohem, gefurchtem Schnabel; die Lummen (Uria troile, Fig. 15), mit langem, spitzem Schnabel in vielen Arten.

Familie der Pinguine (Aptenodytida) entsprechen in den südlichen kalten Meeren den Alken der Nordmeere. Der Körper dieser seltsamen Vögel erscheint meistens fast cylindrisch, der Hals ziemlich dünn, der Kopf klein, der Schnabel lang, scharf kantig, seitlich zusammengedrückt, vorn gebogen und seine scharfe Firste meist durch eine Furche von den Seitentheilen abgeschieden. Der Federpelz ist sehr dicht, glatt anliegend, straff, die Füße sehr kurz, ganz nach hinten gestellt, sodaß der Körper vollkommen aufrecht getragen wird; die kleine rudimentäre Hinterzehe ist frei und nach vorn gewendet, die übrigen drei Zehen, die lang und dick sind, bis an die Krallen durch Schwimmhaut verbunden. Am ausgezeichnetsten ist die Bildung der Flügel, die einen langen, fast säbelförmigen Lappen darstellen, welcher schlaff an [illegible] Seite des Leibes herabhängt und mit [illegible] kurzen Federchen bedeckt ist, die wie Schuppen liegen. Die zum Fliegen vollkommen untauglichen bewohnen vorzugsweise die kältern Küsten [illegible] see, wo sie sich in Scharen finden und gern in [illegible] Reihen aufrecht am Ufer stehen, in welcher [illegible] sie sich zugleich auf die Fußwurzeln stützen; sie [illegible] und tauchen sehr geschickt und die Weibchen [illegible] Eier zwischen den Schenkeln aus, nehmen [illegible] wol bei Gefahr in dieser Lagerung auf der [illegible] Schwimmen mit sich fort. Die Flügel [illegible] Ruder. Die abgebildete Art (Riesenpinguin, [illegible] tenodytes patagonica, Fig. 16) wird mann[illegible]

Kaltblüter.

Lungen- und Körperkreislauf unvollständig [illegible]

Klasse der Schleicher (Reptilia).

(Tafel 19 und 20).

Vorkammern des Herzens vollständig, [illegible] mern unvollständig getrennt. Haut [illegible] Schuppen oder Knochenschildern [illegible] Hinterhaupt mit einfachem Gelenk [illegible] Ausschließliche Lungenathmung, [illegible] Kiemen. Kein Zwerchfell. Meist eier[illegible]

Der ganze Körper erscheint langgestreckt, [illegible] kommen fußlos, wie bei den Schlangen, bald [illegible] kurzen Füßen versehen, die gewöhnlich unfähig [illegible] den Leib vollkommen zu tragen. In der Tha[illegible] bei den Eidechsen, bei welchen die Füße [illegible] meisten entwickelt sind, die ganze Unterfläche des [illegible] pers fast beständig auf der Erde hin und her [illegible] Beine sind so sehr seitlich gestellt, daß sie [illegible] nach außen gerichtete Hebel zum Fortschieben [illegible] schlangenartig sich windenden Körpers, dem [illegible] Stützen desselben wirken können. Bei einer [illegible] Ordnung der Reptilien, bei den Schildkröten, [illegible] Gegensatze zu den Schlangen, Eidechsen und [illegible] die Breitedimension des Körpers mehr hervor, [illegible] dieser in Form einer platten Scheibe erscheint, [illegible] weilen eine fast rundliche Gestalt hat. Bei allen [illegible] tilien ohne Ausnahme ist der Schwanz bedeutend [illegible] wickelt, bei vielen sogar übertrifft er weit die [illegible] des Körpers, während dagegen der Hals [illegible] ganz fehlt oder nur kurz ist und höchstens bei [illegible] Schildkröten eine bedeutende Beweglichkeit und [illegible] erhält.

Die Hautbedeckungen sind nach verschiedenen [illegible] Typen gestaltet. Bei einigen Familien der Eidechsen [illegible] und zwar namentlich bei den Skinken kommen [illegible] wahre Schuppen, ähnlich denen der Fische vor, [illegible] Knochenblättchen, die eine Hornschicht als Überzug [illegible] haben, einander dachziegelförmig decken und in [illegible] der verdünnten Hautgebilde eingeschlossen sind. [illegible] den übrigen Eidechsen und Schlangen sprechen [illegible] zwar auch von Schuppen, darf indeß unter diesem [illegible] Ausdrucke nicht dieselbe Bildung verstehen. Die Haut [illegible] sondert sich hier deutlich in zwei Schichten, die [illegible] Fasern gebildete Lederhaut und die einem erhärteten [illegible] Firnis ähnliche Oberhaut, welche von Zeit zu Zeit [illegible] im ganzen abgestreift wird. Die Lederhaut bildet [illegible] nun bald einfache körnige Erhabenheiten, bald Wärzchen, bald auch nach hinten freie Erhöhungen von [illegible] schuppenähnlicher Gestalt, über welche die Oberhaut [illegible] sich eng anliegend wegzieht und mit dünnern Ver[illegible] senkungen in die Falten der Warzen und Erhöhungen [illegible] sich einbiegt. In diesen Erhöhungen entstehen bei [illegible] Krokodilen echte Knochenschilder, die in die Dicke der [illegible] Haut selbst eingesenkt sind, deren Fäden sich in [illegible]

ben Löcher der Knochenschilder fortsetzen; bei
hildkröten verwachsen diese Knochenproductionen
nit sogar sehr frühzeitig mit denjenigen des
zum Rücken- und Bauchschilde, während die
nit auf diesem Schilde sich stark hornig verdickt
das Schildplatt bildet. Besondere Drüsen der
kommen häufig vor, wenn auch nur auf einzelne
beschränkt; so findet sich bei den Schild-
jederseits eine kleine Drüse unmittelbar unter
ückenschilde, die sich gewöhnlich in dem seitlichen
nach außen öffnet. Bei den Krokodilen liegen
einen moschusartigen Geruch verbreitende Drüsen
b zerstreut in der Haut und am Unterkiefer, und
n meisten Eidechsen kommt eine Querreihe solcher
vor, welche quer über das Deckschild des Afters
erläuft, an der Innenseite des Schenkels gegen
Bein hinab sich erstreckt und unter dem Namen
Schenkelporen bekannt ist.

s Skelet der Reptilien zeigt stets in seinen
lichen Theilen eine vollständige Verknöcherung.
embryonalen Formen, die Wirbelsaite wie der
elige Urschädel, sind bei den erwachsenen Thieren
ndig verschwunden und kommen nur noch bei
Embryo in frühester Zeit der Skeletbildung vor.
Zusammensetzung der einzelnen Theile des Skelets
t indessen sehr bei den verschiedenen Ordnungen,
es schwierig hält, ein allgemeines Bild zu
erfen.

er Schädel der Reptilien zeigt gewöhnlich eine
oder minder abgeplattete Gestalt und ein be-
ndes Ueberwiegen der Kiefergerüste und der Ge-
knochen gegen die nur kleine Schädelkapsel. Das
erhauptsbein ist immer vollständig in Wirbelform
ickelt, und zerfällt in den unpaaren Körper, die
aare Schuppe und die beiden gewöhnlich stark in
Quere verlängerten Seitentheile; es trägt stets
einen einzigen, gewöhnlich stark vortretenden, ge-
bten Gelenkkopf, der in die Pfanne des ersten
chels paßt, und unterscheidet sich durch diesen durch-
enden Charakter, sowie durch die starke Aus-
dung der Schuppe wesentlich von dem Hinterhaupts-
eine der Furche, die unter allen Umständen doppelte
Gelenkköpfe besitzen. Zuweilen freilich erscheint der
Gelenkkopf aus zwei Hälften zusammengesetzt, die durch
ne schmale Furche eingeschnitten sind, wie bei den
childkröten; bei den meisten andern aber zeigt er
h einfach rund in Knopfform. Nach vorn zu wird
e Schädelbasis vor dem Hinterhauptskörper durch
as Keilbein vervollständigt, welches gewöhnlich nur
ne schmale Platte bildet und bei den Krokodilen und
Schildkröten gewöhnlich gänzlich unsichtbar ist, indem
as feste Gaumengewölbe sich in der Mittellinie zu-
mmenschließt und die nach hinten sich fortsetzenden
Nasengänge zwischen Keilbein nach oben und Gaumen-
ein nach unten eingeschlossen sind. Die ursprüngliche
Schädelbeuge des Embryo, welche bei allen höhern
Wirbelthieren vorhanden, bei den niedern aber niemals
ntwickelt ist, bringt es mit sich, daß auf der Ober-
läche des Keilbeins ein förmlicher Türkensattel zur
Einlagerung des Hirnanhangs ausgebildet ist. Seit-
liche Flügel kommen nur selten bei dem Keilbeine
or, ein Beweis, daß die seitlichen Schädelbalken bei
den meisten Gattungen nicht verknöchern; dagegen be-
itzt der Keilbeinkörper selbst bei denjenigen Arten, wo
das Gaumengewölbe beweglich bleibt, wie namentlich
bei den Schlangen und Eidechsen, starke Fortsätze, an
welche die Flügelbeine eingelenkt sind. Die obere Be-
dachung des Gehirns wird fast nur von den Scheitel-
beinen gebildet, die gewöhnlich zu einer einzigen un-
paaren Knochenplatte verschmolzen, seltener paarig sind.
Oft bildet dieses Scheitelbein einen hohen Knochen-
kamm, und stets finden sich in ihm beiderseits tiefe
Gruben, die Schläfengruben, deren Lagerung und
Ausdehnung besonders für die Bestimmung der fossilen
Gattungen von Wichtigkeit ist. Bei den Schlangen
greift das Scheitelbein gürtelartig nach unten herum,
setzt sich auf den Keilbeinkörper fest und bildet so die
seitlichen Wandungen der Schädelkapsel, die durch das
Felsenbein vervollständigt werden. Nach vorn schließt
sich an das Scheitelbein das bald paarige, bald un-
paare Stirnbein an, welches die Augenhöhlen deckt
und von dem Gehirne abschließt. Die Nasenbeine,
welche nur selten fehlen, bilden nach vorn die äußerste
Spitze des unbeweglichen, knöchernen Schädeldaches
und decken meist besondere Muschelbeine, welche in
den Knorpeln der Nasenhöhle entwickelt sind. Die
Seitentheile des Schädels werden in der Augengegend
vervollständigt durch vordere und hintere Stirnbeine,
sowie oft noch durch ein eigenes Thränenbein, welches
in der innern Ecke der Augenhöhle liegt. Die Augen-
höhle selbst wird gewöhnlich nach außen vollständig
durch den Bogen des Jochbeins geschlossen, der freilich
den Schlangen und einigen Eidechsen fehlt und bei
andern nur unvollständig vorhanden ist. Die Schuppe
des Schläfenbeins nimmt ebenfalls gewöhnlich an
der Bildung dieses Bogens in seinem hintern Theile
Antheil und trägt zugleich zur Befestigung oder Ein-
lenkung des Unterkieferbogens bei. Die übrigen Theile
des Schläfenbeins zeigen sehr verschiedene Beziehungen
zu dem Schädel, indem sie bald unbeweglich durch
Knochennähte verbunden, bald durch mehr oder minder
laxe Gelenke angeheftet sind und so in die Bildung
des Unterkieferbogens mit eingehen, der durch diese
bewegliche Verlängerung das Maul einer bedeutenden
Erweiterung fähig macht. So ist das Zitzenbein bei
den Krokodilen und Schildkröten mit dem Schädel an
seinem äußern Rande verwachsen, bei den meisten
Eidechsen rudimentär, bei den meisten Schlangen da-
gegen in Form einer langen Knochenleiste ausgebildet,
welche durch Sehnenfäden halb beweglich mit dem
Schädel verbunden ist. So bildet das Quadratbein,
welches unter allen Umständen den Gelenkfortsatz trägt,
auf dem der Unterkiefer spielt, bei den Schlangen
einen langen stielförmigen, frei beweglichen Knochen,
während es bei den Eidechsen weit kürzer ist, nur ge-
ringe Beweglichkeit hat und bei den Krokodilen und
Schildkröten durchaus fest mit dem Schädel ver-
bunden ist.

Der Kiefergaumenapparat zeigt denselben
Wechsel in der Befestigung. Bei den Schlangen ist
er in allen seinen Theilen beweglich und überall durch
laxe Gelenkverbindungen mit dem festen Schädel ver-
bunden, während bei den Krokodilen und Schildkröten
alle Theile desselben unbeweglich mit dem Schädel
verbunden sind und nur der Unterkiefer ein Gelenk
besitzt. So ist der Zwischenkiefer, der bald einfach,
bald paarig erscheint, bei den Schlangen durch ein
Gelenk mit den Nasenbeinen und der Pflugschar ver-
bunden, während er bei allen übrigen zwischen die
Oberkiefer eingekeilt ist, und gleicherweise sind die bei
den Schlangen bald längern, bald verkürzten Ober-
kieferbeine hier mit dem vordern Stirnbeine einge-
lenkt, während sie bei den übrigen fest mit dem Schädel
verbunden sind. Die Gaumenbeine bilden jederseits
Knochenplatten, welche den Boden der Augenhöhle und
das Gaumengewölbe selbst mehr oder minder vervoll-
ständigen; auch sie sind bei den Schlangen beweglich,
bei allen übrigen fest. Die Flügelbeine sind meistens
beweglich, berühren sich aber in der Mitte durch Naht
bei den Krokodilen und Schildkröten und enthalten

hier die hintern Nasengänge, welche hinter ihnen in den Rachen münden; sie sind durch das Querbein, welches nur den Schildkröten fehlt, einerseits mit dem Oberkiefer, andererseits mit dem Gaumenbeine verbunden und stellen so eine feste Stütze für das Quadratbein und für das Unterkiefergelenk her. Die beiden Aeste des Unterkiefers selbst sind bei den Schlangen nur durch Sehnen und gekreuzte Muskeln miteinander verbunden, sodaß sie nach Willkür einander genähert oder auch weit entfernt werden können. Bei den Eidechsen geschieht die Verbindung durch Faserknorpel, bei den Krokodilen durch eine Naht, die oft eine bedeutende Ausdehnung hat, sodaß zum Beispiel der lange Schnabel der Gaviale von den in der Mittellinie verbundenen Unterkieferhälften gebildet wird, und bei den Schildkröten endlich sind beide Hälften so sehr zu einem einzigen Stücke verwachsen, daß man auch bei sehr jungen Individuen keine Spur einer ursprünglichen Trennung mehr bemerkt. Jede Unterkieferhälfte ist wenigstens aus vier Stücken, wie bei den Grubenottern, bei den andern Schlangen aus fünf, bei den Eidechsen und Krokodilen sogar aus sechs Stücken zusammengesetzt.

Die Bewaffnung des Mundes ist bei den Reptilien äußerst verschieden. Eine ganze Ordnung, diejenige der Schildkröten, besitzt gar keine Zähne, sondern lediglich scharfe Hornleisten, welche die schneidenden Kieferränder überziehen und so einen Schnabel bilden, der indeß keine verächtliche Waffe ist. Alle übrigen haben Zähne, die alle mehr oder minder dem Typus der einfachen Fangzähne sich nähern und bald nur in den Kieferknochen, bald auch auf sämmtlichen Gaumenbeinen und auf dem Pflugscharbeine angebracht sind. Die Hakenform ist durchaus die gewöhnliche, zuweilen aber sind auch die Zähne seitlich zusammengedrückt und ihre Kronen gekerbt oder gezähnelt, in andern Fällen gestreift, was zuweilen nur auf einer Cannelirung des Schmelzes, in andern Fällen auch auf einer Faltung der Zahnsubstanz selbst beruht. Mit Ausnahme dieser nie sehr complicirten Faltungen sind alle Zähne der Reptilien sehr einfach gebaut und zeigen nur eine mittlere Zahnhöhle, welche der äußern Contour des Zahnes entspricht, dessen Spitze mit einer Schmelzkappe bedeckt ist. Hinsichtlich der Anheftung kann man verschiedene Modificationen unterscheiden, die auf den Ersatz der Zähne von Einfluß sind. Meistens findet sich in dem zahntragenden Knochen eine seichte Zahnrinne, in welcher die Zähne durch verdicktes sehniges Zahnfleisch eingeheftet sind. Die äußere Leiste dieser Zahnrinne erhebt sich höher als die innere und die Zähne wachsen dann mit ihrem äußern Rande an diese erhabene Leiste an, während sie oft noch an der Basis durch knöcherne Sockel gestützt werden, in welche die Blutgefäße eindringen. Die Ersatzzähne entstehen dann meist auf der Seite der alten Zähne und verdrängen diese, indem sie sich nach und nach auf den Sockel aufsetzen. Im Gegensatz zu der beschriebenen Zahnanheftung, die bei den Pleurodonten vorkommt, stehen die Acrodonten, bei welchen die Zähne so auf den Kieferrand aufgesetzt und mit demselben verwachsen sind, daß sie nur gleichsam einen emaillirten Kamm desselben bilden. Bei den Krokodilen endlich stehen die kegelförmigen Fangzähne in ringsum geschlossenen Zahnhöhlen eingekeilt, wie bei dem Menschen, und werden auf die Weise ersetzt, daß der junge Zahn von unten her in die Höhle des alten eindringt und diesen gleichsam aus der Zahnhöhle hinausstößt, sodaß er ihm eine Zeit lang wie eine Kappe aufsitzt.

Die Wirbelsäule ist bei allen Reptilien stets verknöchert und in Wirbel abge
schiedene Grade der Entwick
Krokodilen ist bald die vorde
eben oder leicht conver, die
Schildkröten sind die flach ab
durch dazwischenliegende Fa
ander verbunden; bei den
körper hinten quer conver,
und bei den Schlangen end
körper einen kugelrunden Gel
Pfanne des nächsten Wirbel
zum Unterschiede von den Lur
entwickelt, und bei den Schla
beweglich, sodaß sie hier die
sich meist bis zum Becken fo
bei den Eidechsen gewöhnlich
beine verbunden, das bei den
Hals freie Rippen trägt, bis
zieht. Bei den Schildkröten b
Rippen großentheils das knö
übrigen Fortsätze der Wirbel
schiedenheiten dar, auf deren
hier nicht eingehen können.

Was die Extremitäten
den meisten Schlangen durch
sie tragenden Gürtel, und nur
Aftergegend kurze Stummel
stabförmigen Knöchelchen get
kaum mit den gewöhnlich vor
in Parallele bringen kann.
sich alle möglichen Stufen de
aus rudimentären Vorder-
vollständig ausgebildeten Ex
Zehen haben, welche an d
Nägeln bewaffnet sind. Gew
deren meist fünf von verschi
sind, auf demselben Plane,
der Chamäleons eine Ausnahm
die Zehen so gegeneinander ü
merzange gebildet wird. Bei
durch Schwimmhäute miteinand
Reihe bieten die Schildkröten
die Knochen der einzelnen Z
sind, diese aber bald durch S
bald auch durch Sehnen und
Rudern oder dicken Stummel

Das Centralnervensyst
in vieler Beziehung demjeni
scheidet sich aber von demselb
bildung des kleinen Gehirns,
an durch die Eidechsen und
und bei den Krokodilen ihre
Klasse erreicht, indem hier s
werden und außerdem eine
Das Mittelhirn sinkt mehr zu
bedeutend überwogen von den
hirns, welche eine beträchtlic
das Mittelhirn theilweise be
zeigen sich im allgemeinen de
lich, während der sympathisch
ausgebildet ist und eine innig
Nervenpaares sowie des he
mit den selbständigen Zungen

Die Nasenhöhlen der R
knorpelige Nasenmuscheln gest
ständen in den Rachen, bald
ganz weit nach hinten, wie
öffnet. Oft findet sich hier ei
diese hintern Oeffnungen vers
minder häufig sind auch an den

vorrichtungen angebracht, durch welche die beim Untertauchen vollständig geschlossen werden

Augen sind gewöhnlich klein, zuweilen gänzlich der Haut geborgen; die Augenlidbildungen oft charakteristisch für verschiedene Familien und n. Am einfachsten ist diese Bildung bei den gen, wo alle Augenlider fehlen und die Schichten ut, da wo sie über den Augapfel weggehen, hrig werden, sich wölben und eine Kapsel bilden, wie ein Uhrglas in den umgebenden Falz der eingeschliffen ist und so den beweglichen Apfel vorn schützt. Die Thränenflüssigkeit füllt den zwischen dieser Kapsel und dem Augapfel aus sie durch einen weiten Kanal an dem innern winkel in die Nasenhöhle ab. Das obere Augen- bei allen übrigen Reptilien meist nur sehr wenig bildet und besteht gewöhnlich nur in einer steifen, horpeligen Hautfalte, während das untere weit und beweglicher ist, den ganzen Augapfel über- kann, oft von einem besondern Knochenblättchen t ist und in andern Fällen dem Sehloche gegen- eine durchsichtig geschliffene Stelle, einer Lorgnette h, besitzt. Bei den meisten Eidechsen, den Schild- und Krokodilen tritt hierzu noch die Nickhaut, benfalls eine Knorpelplatte enthält und von dem n Augenwinkel her mehr oder minder weit, zu- n ganz vollständig über das Auge herübergezogen en kann. Ihre Existenz ist stets mit derjenigen besondern gelappten Drüse, der Harder'schen se, verbunden. Vollkommen isolirt stehen die Cha- ons, bei welchen ein kreisförmiges, dem großen equollenen Augapfel eng anliegendes Augenlid t, welches nur eine schmale Spalte offen läßt. innern Theile des Auges unterscheiden sich wenig denen der höhern Thiere, und nur bei den Eidechsen mt ein innerer faltenloser Vorsprung der Aderhaut , der sich an die Linsenkapsel ansetzt und dem Kamm Vogelauges entspricht

Im Gehörorgan wird die Schnecke mehr und hr reducirt, indem sie bald einen rundlichen, häutigen ack, wie bei den Schildkröten, bald einen kurzen anal mit einer unvollständigen Spiralscheidewand nd einem flaschenförmigen Anhange darstellt. Hin- chtlich des mittlern Ohres oder der Paukenhöhle rschen vielfache Verschiedenheiten; bei den Schlangen lt sie durchaus, es ist kein Trommelfell und keine ustachische Trompete vorhanden und die Oeffnung s knöchernen Labyrinthes, das ovale Fenster, durch nen stabförmigen, frei vorstehenden Knochen, die Co- umella, verschlossen. Bei allen übrigen Ordnungen det sich eine Paukenhöhle, die durch eine kurze und eite Trompete in den Rachen mündet und nach außen rch ein Trommelfell geschlossen ist, welches bald frei gt, bald durch eine Hautfalte versteckt, bald gänzlich n Haut überzogen ist. Zwischen dem Trommelfelle nd dem ovalen Fenster ist die Verbindung durch die st sehr lange Columella hergestellt, an welche sich weilen noch andere Knöchelchen anschließen, sodaß ne förmliche Kette gebildet wird. Bei den Krokodilen ndlich findet sich die erste Andeutung eines äußern hres in Form einer beweglichen Klappe, welche das rommelfell decken kann.

Die Verdauungsorgane zeigen, wie schon aus er früher beschriebenen mannichfaltigen Bewaffnung des Rachens hervorgeht, vielfache Verschiedenheiten. Fast alle Reptilien sind auf Raub angewiesen und nur einige wenige Schildkröten nähren sich von Pflanzen- stoffen, alle übrigen einzig von lebenden Thieren, welche sie ganz verschlucken, da ihre Zähne nur zum Verwunden und Festhalten, nicht aber zum Zerstückeln geeignet sind. Die Zunge bildet bei den Krokodilen nur einen vorspringenden flachen Wulst auf dem Boden der Mundhöhle, der überall angewachsen und vollkommen unbeweglich ist, sodaß man früher oft behauptete, die Krokodile besäßen gar keine Zunge. Bei den Schildkröten ist sie stark fleischig, kurz und dick, oft mit Zotten bedeckt. Bei den Eidechsen gewöhnlich oval, platt und sehr verschieden in der Beschaffenheit ihres Ueberzugs; sie zeigt hier eine unverkennbare Tendenz zur Zweitheilung, die von der Spitze aus nach hinten fortschreitet und endlich bei den wahren Eidechsen und den Schlangen den höchsten Grad erreicht, indem hier die Zunge in zwei lange fadenförmige Spitzen ausgezogen ist, welche mit horniger Haut überzogen sind, in eine eigene Scheide zurückgezogen werden können und als Tastwerkzeuge dienen. Der Schlund ist meistens in Uebereinstimmung mit der Ernährungsweise sehr weit längsgefaltet oder auch mit langen Zotten besetzt und einer ungeheuern Ausdehnung fähig, sodaß namentlich die weitmäuligen Schlangen Thiere verschlucken können, die ihnen an Umfang überlegen sind. Sehr oft geht die Speiseröhre unmerklich in den weiten Magen über, der gewöhnlich durch eine Falte oder Klappe gegen den Darm hin abgegrenzt ist. Der Darm ist meist weit, wenig gewunden, kurz, der Afterdarm oft durch einen Blindsack und eine starke, erweiterte Kloake ausgezeichnet. Leber, Bauchspeicheldrüse und Milz sind stets vorhanden, erstere zuweilen in mehrfache Lappen getrennt und in ihrer Gestalt von derjenigen des Körpers abhängig.

Die Athemorgane sind stets nur in Form von Lungen entwickelt, und wie schon früher angeführt wurde, unterscheiden sich die Reptilien sowie alle andern höhern Wirbelthiere hauptsächlich dadurch von den niedern, daß zu keiner Zeit ihres Lebens, selbst im Embryonalzustande nicht, wirklich athmende Kiemen vorkommen. Ein gesonderter Kehlkopf tritt deutlich hervor, die Stimmritze ist spaltenförmig und bei einigen Eidechsen sind sogar vollständige spannbare Stimmbänder ausgebildet. Die Grenze zwischen Luftröhre und deren Aesten, sowie den Lungen selbst, ist oft sehr schwierig zu bestimmen, da die Knorpelringe, welche erstere umgeben, zuweilen sich weit in die Lunge hinein fortsetzen und andererseits die Zellen, welche die Lungen auszeichnen, oft über einen großen Theil der Luftröhre sich hinziehen und hier sogar tiefer und ausgebildeter sind als in den eigentlichen Lungen. Gewöhnlich sind zwei sackartige Lungen vorhanden, welche durch die ganze Bauchhöhle sich erstrecken und auf ihrer innern Fläche zellige Vorsprünge der Schleimhaut besitzen, die bald einfach sind, bald sich mehr compliciren und dann einem schwammigen, von Hohlräumen durchzogenen Gewebe ähnlich werden. Zuweilen fehlen diese Zellen in der hintern Abtheilung der Lunge, die dann als ein wenig gefäßreicher Luftsack sich darstellt und wahrscheinlich als Reservoir dient. Bei den Schlangen und schlangenähnlichen Eidechsen sind die Lungen ausnahmsweise nicht von gleicher Größe, sondern nur die eine entwickelt, die andere aber rudimentär oder selbst gar nicht vorhanden.

Das Herz aller Reptilien besteht aus vier Abtheilungen, zwei vollständig geschiedenen Vorhöfen, deren Trennung auch äußerlich sichtbar ist, und zwei Kammern, deren Scheidewand indessen erst bei den Krokodilen vollständig wird, während bei allen übrigen mehr oder minder große Lücken in denselben vorkommen, durch welche das Blut aus der linken Kam-

mer in die rechte übergeführt wird. Bei den Schildkröten, den Schlangen und den meisten Eidechsen, wo die Scheidewand unvollständig ist, entspringen deshalb sowol die Lungen- als auch die Körpergefäße aus der rechten Herzkammer, während bei den Krokodilen die Lungenarterie und eine linke Aorta aus der rechten Kammer, die größere rechte Aorta dagegen aus der linken Kammer entspringt. Wenn nun auch durch besondere Klappenvorrichtungen im Innern des Herzens das aus dem Körper zurückkehrende Blut, auch bei unvollständiger Scheidewand, hauptsächlich nach der Lungenarterie, das aus den Lungen kommende wesentlich nach den Aorten hingeleitet wird, so ist doch auf der andern Seite sowol hier wie bei den Krokodilen die Mischung der beiden Blutarten wieder dadurch ermöglicht, daß von den ursprünglichen Kiemenbogen des Embryo stammende weite Verbindungsäste zwischen den großen Gefäßstämmen hergestellt sind. Die Aorta wird meist aus einem, zwei oder selbst drei Bogen zusammengesetzt, die sich unter der Wirbelsäule vereinigen und vorher oft noch die Kopfgefäße abgeben. In dem venösen Kreislauf ist stets außer dem Pfortadersysteme der Leber auch noch ein solches für die Nieren eingeschoben. Das Lymphsystem ist außerordentlich entwickelt und läßt außer großen Cisternen, die gewöhnlich in der Umgegend des Magens entwickelt sind, noch besondere rhythmisch-pulsirende Lymphherzen gewahren, von welchen stets zwei in der Lendengegend unmittelbar unter der Haut oder tiefer nach innen dem Kreuzbeine aufliegen und ihren Inhalt in die zunächst gelegenen Venen übertreiben.

Die Nieren sind gewöhnlich sehr groß, oft vielfach gelappt, zuweilen in der Mitte miteinander verschmolzen. Die von ihnen ausgehenden Harnleiter münden gewöhnlich neben den Leitapparaten der Geschlechtstheile in die hintere Wand der Kloake ein, welcher gegenüber sich bei den Eidechsen und Schildkröten eine Harnblase findet.

Die Hoden der Reptilien liegen stets im Innern der Bauchhöhle zu beiden Seiten der Wirbelsäule, und ihre Ausführungsgänge sammeln sich gewöhnlich in einem Nebenhoden, aus welchem dann die Samenleiter nach unten laufen, um in der hintern Wand der Kloake sehr nahe an der Afterspalte sich in dieselbe auszumünden. Begattungsorgane kommen bei allen Reptilien in sehr ausgebildetem Grade, und zwar nach zwei durchaus verschiedenen Typen entwickelt vor. Alle Schlangen und Eidechsen haben nämlich zwei paarige Begattungsglieder, welche in der Wurzel des Schwanzes verborgen liegen und denen zwei rudimentäre Analoga bei den Weibchen entsprechen. Jede dieser Ruthen besteht aus einem mit Zotten oder selbst Stacheln und Haken ausgekleideten Hautschlauche, der wie ein Handschuhfinger an dem After hervorgestülpt werden kann, sodaß die innere Fläche zur äußern wird. An die Spitze jedes Schlauchs, die oft gabelförmig getheilt ist, setzt sich ein Muskel an, der ihn in ähnlicher Weise wie das Fühlhorn einer Schnecke zurückstülpen kann. Eine ganz entgegengesetzte Bildung findet bei den Schildkröten und den Krokodilen statt, die sich außerdem auch noch durch die Längsrichtung der Afterspalte von den Eidechsen und Schlangen unterscheiden, bei welchen der After immer eine quere Spalte bildet. Bei jenen Ordnungen ist die Ruthe einfach, an der Vorderwand der Kloake befestigt und mit erectilem Gewebe versehen aber undurchbohrt; auf der äußern Fläche zeigt sich eine Längsrinne zur Fortleitung der Samenflüssigkeit. Die Eierstöcke bilden bald Schläuche, bald Platten und sind stets vollkommen von den Eileitern geschieden, die eine gefranste, trichterförmige Oeffnung in der Bauchhöhl
gegen das Ende hin, wo sie in d
etwas erweitert sind. Die Eier de
im wesentlichen denen der Vögel
großen, meist gelben, sehr ölreiche
einer mehr oder minder bedeutend
weiß umgeben und in einer leder
sehr elastischen Schale eingeschlossen
Fasern dieser Schale wird oft kryst
aber stets nur in geringer Meng
Entwickelung der Eier beginnt me
des mütterlichen Organismus, inde
weiterten Stelle des Eileiters läng
Bei einigen Arten geschieht dies
bis zu dem Ende des Embryonal
Junge noch in dem Eileiter die
und mithin lebendig geboren wird.
wie unsere gewöhnlichen Nattern,
dazu bringen, die Eier bis zur
wickelung der Jungen zu behalten,
die Gelegenheit benimmt, sie an
zulegen. Die meisten Reptilien v
im Sande oder in feuchter Erde
sich selbst. Die Krokodile und man
in der Nähe wachen und nach
Menagerien wickeln sich die gro
über ihren Eiern kegelförmig zus
sie förmlich aus.

Viele Reptilien, wie die meisten
Seeschlangen, sind vermöge der
Bewegungswerkzeuge lediglich auf
wiesen und verlassen dasselbe nur,
dem festen Lande abzulegen. Es
den Schildkröten bekannt, daß
ihnen zum allgemeinen Rendezvous
das Einsammeln der Millionen Ei
Erwerbszweig für die Anwohner
Andere, worunter namentlich viele
sich gern an feuchten Orten und
Wassers auf, oder lauern auch im
ihre Beute. Die meisten Eidechsen u
hingegen ziehen trockenes Land v
Erdlöchern und jagen theils auf
auch auf den Bäumen. Die klein
sich vorzugsweise von Insekten, w
gefährliche Raubthiere sind und
den Menschen anfallen. Man will
Amerika die Beobachtung gemacht
Art von Krokodilen, die in den g
den Lagunen wimmeln, in dem ein
unschädlich ist, ja sogar den Mensch
sie in dem andern ihn mit Hartnäck
verfolgt. Die Reptilien sind vorzu
heißer Länder. Die Zahl ihrer Ar
faltigkeit ihrer Formen sowie die
nimmt mit schnellen Schritten zu,
dem Aequator nähert. Die Krokodil
die heiße Zone eingeschränkt; ihr
breitungsbezirk ist auf unserm Conti
dem amerikanischen Florida und
Schildkröten geht nur eine Art, die
schildkröte, bis zu den Ufern des
während sonst das Mittelmeer der
steckt. Am weitesten nach Norden v
Schlangen und schlangenähnliche Ei
Blindschleiche, welche bis nach Sch
ausdehnen. Die kletternden Arten
Eidechsen sind lediglich auf die wä
schränkt.

Wir zerfällen die Klasse der Schlei

d vier Ordnungen, von welchen freilich die
ten näher zusammengehören, sodaß die Unter-
lche die Eidechsen und Schlangen umfaßt,
r Ordnung der andern Unterklasse gleich-
ire. Die Panzerschleicher haben Knochen-
der Haut, die entweder isolirt bleiben oder,
innern Skelet mehr oder minder zusammen-
einen wirklichen Panzer bilden; sie besitzen
ıche, in der Kloake verborgene männliche
) eine runde oder längsgestreckte Afteröffnung:
)on den Schildkröten und Krokodilen gebildet;
lasse der Schuppenschleicher hat Schuppen
ppenartige Tafeln, eine doppelte, außer der
legene Ruthe und eine quergespaltene After-

Unterklasse der Panzerschleicher.

ung der Schildkröten (Chelonia).

n- und Brustpanzer, aus knöchernen,
:n bedeckten, durch Naht verbundenen
zusammengesetzt, in welchen Theile
pers (Kopf, Schwanz und Füße) ganz
eilweise zurückgezogen werden können;
e Kiefer, mit Hornscheiden bekleidet.
: breit, mehr oder minder abgeplattet (Skelet
ildkröte, Taf. 19, Fig. 1: a Schulterblatt;
elbein; c Unterarm; d Oberarm; e Rückenwir-
)pen; g Becken; h Unterschenkel; i Oberschenkel).
kopf der Schildkröten ist im allgemeinen oval,
)uer abgestutzt, die Kiefer sehr kurz, hoch,
ig mit scharfem, schneidendem Rande versehen
Hornplatten überkleidet. Die Schädelknochen
fest aneinander und bilden ein breites Dach
n vollkommen geschlossenen Augenhöhlen, in
sich wohlausgebildete, mit Augenlidern ver-
lugen befinden. Die Zunge ist fleischig, kurz,
nstreckbar, aber vollkommen beweglich; der
)eist kurz und dick, die einzelnen Wirbel des
vollkommen frei beweglich und ohne ausge-
Fortsätze. An der Rückenwirbelsäule zeichnen
sondern die breiten plattenförmigen Rippen aus,
sehr lang und breit werden, durch zackige Nähte
einander verbinden und so einen einzigen breiten
darstellen, der den ganzen Rücken deckt und
)en noch mit besondern Horntafeln belegt ist.
geben die Rippen in gleicher Breite bis zu dem
Rande des Schildes fort, zuweilen aber sind
atten nur in der Nähe der Wirbelsäule ent-
und nach außen hin stehen dann die Rippen
m wie Radspeichen an dem Skelet hervor,
d bei dem lebenden Thiere ihre Zwischenräume
)erde Haut- und Hornschilder gedeckt sind; ge-
h findet sich an dem Rückenschilde ein Saum
)rer Knochenplatten, Randstücke, in welche die
en Rippen eingesenkt sind, sodaß auch bei speichen-
)erlängerten Rippen ein ganzer Rand hergestellt
In ähnlicher Weise wie auf dem Rücken wird
r Bauchseite ein Knochenschild hergestellt, welches
m übermäßig verbreiterten, in Stücke zerfallenen
eine gebildet wird und gewöhnlich an den Seiten
dem Rückenschilde durch Nähte sich verbindet,
)eide Schilder eine Kapsel bilden, die nur vorn
)inten zum Durchlassen des Kopfes, der Füße
)es Schwanzes geöffnet ist. Auf der äußern
sind Rücken- und Bauchschild beide mit Horn-
t bedeckt, welche aneinanderstoßende Schilder
und aus denen bei einigen Arten das bekannte
)patt gewonnen wird. Diese Schilder entsprechen
)er Abtheilung niemals den Abtheilungen der
Rippen und der Knochenstücke des Brustbeins und lassen meistens auf dem Rücken eine mittlere Reihe, die Rückenschilder, zwei Reihen von Seitenschildern und einen Kranz von Randschildern unterscheiden, welche letztere den ganzen Panzer umgeben. Die Lagerung dieser Horntafeln und ihr Verhältniß zueinander erscheint immer von Wichtigkeit für die Unterscheidung der verschiedenen Gattungen und Arten. Die sämmtlichen Organe des Körpers sowie auch namentlich der Schulter- und Beckengürtel sind innerhalb des Schildes angebracht und letztere unbeweglich an die innere Fläche des Rückenschildes angeheftet. Alle Schildkröten haben vier Füße, die stets nur kurz und stummelförmig sind, in ihrer Ausbildung aber bei den verschiedenen Familien sehr wesentliche Verschiedenheiten zeigen. Der Schwanz ist gewöhnlich nur kurz, rundlich, zugespitzt, die an seiner Basis gelegene Oeffnung der Kloake von einem Längsschlitze gebildet, in ähnlicher Weise wie bei den Krokodilen, und die Männchen ebenso mit einer einfachen Ruthe versehen. Im allgemeinen träge, sind doch viele in ihrem Elemente, dem Wasser, äußerst flinke und gewandte Schwimmer. Die meisten leben von Pflanzenstoffen, einige sind Raubthiere und sogar von Badenden gefürchtet.

Familie der Landschildkröten (Chersida). Zehen unbeweglich zu einem säulenartigen Fuße verwachsen, an dem nur die stumpfen Nägel hervorstehen, Rücken- und Brustschild fest verwachsen und mit Hornschildern bedeckt; ersteres hoch gewölbt, letzteres zuweilen in der Mitte mit einem queren Gelenke, sodaß bald die vordere, bald die hintere Hälfte beweglich ist. Kiefer mit schneidenden Hornrändern; ganz in den Panzer zurückziehbar. Der Kopf so, daß der Hals eine S-förmige Krümmung zur Seite macht. Hierher die der griechischen Schildkröte nahe verwandte Art (Landschildkröte, Testudo mauritanica, Taf. 19, Fig. 2) aus dem nördlichen Afrika, mit schöner Randzeichnung.

Familie der Sumpfschildkröten (Emyda). Vorderfüße meist mit fünf, Hinterfüße mit fünf scharfkralligen Zehen, an den erstern frei, an den letztern durch Schwimmhaut verbunden. Brustschild aus zwei oder drei Stücken, mehr oder minder beweglich. Schneidender Hornschnabel. Kopf und die Halshaut mit S-förmiger Krümmung von oben nach unten, wie in eine Scheide zurückziehbar. Rückenschild flach. Hierher unsere über ganz Mittel-Europa bis an die Ostsee verbreitete Sumpfschildkröte (Emys europaea, Fig. 3), schwarz mit gelben Punkten; die Schnappschildkröte (Chelydra serpentina, Fig. 4), mit langem, gekieltem Schwanz, in den Gewässern des westlichen Nordamerika; die Matamata (Chelys fimbriata, Fig. 5) mit sonderbaren Hautanhängseln, verlängerter Nase und weicher Haut auf dem Schnabel, in Cayenne zu Hause.

Familie der Flußschildkröten (Potamida). Rücken- und Bauchschild unvollständig verknöchert, mit Lederhaut überzogen und gesäumt, ohne Hornplatten. Kopf und Füße nicht zurückziehbar. Weiche Lippen über dem scharfen Schnabel, die Nase rüsselförmig verlängert; Füße mit drei Krallen, die über die breiten Schwimmhäute hervorragen. Fischfresser, die den langen Hals blitzschnell vorschnellen und den Badenden große Stücke Fleisch aus dem Körper reißen. In den großen Flüssen der warmen Zone der Alten und Neuen Welt. Die abgebildete Art (Bissige Schildkröte, Trionyx ferox, Fig. 6) im Mississippi.

Familie der Seeschildkröten (Chelonida). Kopf und Gliedmaßen nicht rückziehbar, letztere zu breiten Flossen umgewandelt, in welchen die Zehen von Faser-

masse umgeben sind und nur zuweilen eine bis zwei Krallen sich zeigen. Rückenschild platt. Sie kommen nur an bestimmte Ufer, wo sie in den Sand ihre Eier legen, die an manchen Orten zu Oel benutzt werden. Leben sonst im Meere von Tang und Fischen. Die im Mittelmeer selten vorkommende Lederschildkröte (Sphargis coriacea, Fig. 8), oft sehr groß, hat einen Lederüberzug über dem unvollständigen Panzer und keine Krallen an den langen Flossen. Die Cauana (Chelonia cauana, Fig. 7), ebenfalls im Mittelmeere, hat schlechtes Fleisch, ist aber sonst der ihres Fleisches wegen gejagten Riesenschildkröte (Chelonia Midas) ähnlich, die bis 10 Centner schwer wird und im Ocean vorkommt und zu den bekannten Schildkrötensuppen gebraucht wird. Das echte Schildpatt kommt von einer andern Art mit sehr starken Hornschildern, die in den tropischen Meeren zu Hause ist, der Carettschildkröte (Chelonia imbricata).

Ordnung der Panzer-Echsen (Loricata).

Körper langgestreckt, eidechsenartig, mit langem, seitlich zusammengedrücktem, gekieltem Ruderschwanze, Knochentafeln in der Haut des Rückens, eingekeilten Zähnen in den großen Kiefern.

Der Schädel der Krokodile ist breit, flach, die Kiefer sehr verlängert, zuweilen in einen langen Schnabel ausgezogen, dessen Spitze (Krokodilschädel im Profil, Taf. 19, Fig. 12) von den Zwischenkiefern, die ganzen Seiten aber von den Oberkieferknochen gebildet werden. Die Gaumenbeine tragen niemals Zähne, sondern bilden wie bei der vorigen Unterordnung ein breites Dach (Krokodilschädel von oben, Fig. 13), das vollkommen geschlossen ist und die langen Nasengänge, die sich hinten im Rachen öffnen, vollkommen von der Mundhöhle abschließt. Die Nasenlöcher liegen vorn an der Spitze der Schnauze und können durch eine Klappe nach Willkür vollständig geschlossen werden. Die Zähne stehen hart nebeneinander in vollkommen geschlossenen Zahnhöhlen und zeigen eine lange, hohle Wurzel und eine deutlich abgesetzte, meist oberflächlich gestreifte, spitze, zusammengedrückte Krone; sie werden in derselben Weise, wie dies oben beschrieben wurde, durch von unten heraufdrängende Ersatzzähne gewechselt; die Augenhöhlen liegen weit nach hinten, sind vollkommen geschlossen, das Auge wohlentwickelt und durch breite Lider verschließbar; ebenso kann das ganz hinten am Schädel angebrachte äußere Ohr durch eine Hautklappe vollkommen verschlossen werden (Skelet des Krokodils, Crocodilus vulgaris, Fig. 9: a Schulterblatt, b Oberarm, c Vorderarm, d Vorderfuß, e Schenkel, f Unterschenkel). Die Halswirbel zeigen meist lange, rippenähnliche Fortsätze, die übereinander greifen und so dem Halse nur eine höchst geringe Biegsamkeit gestatten. Die Rippenbögen sind stark, aus zwei im Winkel miteinander zusammentreffenden Knochen gebildet, und das Brustbein über die ganze Unterfläche des Bauchs fortgesetzt, sodaß es sich meist hinten an den Beckengürtel anschließt. Meist gehen von diesem Brustbeine von unten her falsche Rippen aus, welche die Wirbelsäule nicht erreichen. An dem Schwanze sind die Dornfortsätze hoch, der Schwanz selbst zusammengedrückt, oben gekielt und mit einem anfangs doppelten, später einfachen, gezackten Kamme besetzt. Untersucht man die Mundhöhle, so findet man gewöhnlich den vierten Zahn des Unterkiefers zu einem starken, kegelförmigen Fangzahne entwickelt und so über die andern Zähne hervorragend, daß er entweder in einen Ausschnitt oder selbst in ein Loch des Oberkiefers beim Schließen des Mauls eingreift. Auf
höhle, zwischen den Aesten
schwammige Zunge, die
ihren Rändern überall ang
durch wesentlich von der Zun
unterscheidet. Die Füße sin
gestellt, sodaß sie auf dem
tragen, sondern nur fortschie
füße haben fünf freie, bekra
vier durch Schwimmhäute
denen nur die äußern Kr
Lederhaut eingelassenen zel
strecken sich über Nacken u
Haut schuppig oder getäfel
Die bis 40 Fuß lang we
großen Flüssen und Lagune
hauptsächlich von Fischen, ab
die sie bei der Tränke überra
größern Arten fallen den
schaligen Eier, von der Grö
in den Sand am Ufer ge
die der

Krokodile (Crocodilida),
unterscheiden kann.

a) Gaviale, nur in Asien
Schnabel, schlanken, langen
Art des Ganges (Gavial
gangeticum, Fig. 14) wird

b) Eigentliche Krokodile.
den Hinterfüßen, wie die
einzelne Fangzähne, die übe
In beiden Hemisphären.
Nilkrokodil (Crocodilus
von den Aegyptern göttlich
aus dem untern Nil verdrä

c) Alligatoren oder K
kürzer, breit. Fangzähne z
halbe oder rudimentäre Sc
terfüßen. Hierher der
Hechtkaimans, Alligator
südlichen Staaten der Union
lang.

Unterklasse der Schuppe

Hautschuppen; doppelte R

Ordnung der Eid

Meist vier Füße, die
Körper frei tragen. U
Mitte verbunden, ke
weiterung fähig. Stet
Brustbein.

Der Kopf ist meistens du
von dem Körper geschieden;
sehr lang und schlank; die
stellt, mit freien, bekrallte
ganze Oberkiefergerüste ist
wachsen, Quadratbein und
weglich, sodaß die Hauptbe
verwachsenen Unterkiefers z
Unterkiefer stattfindet; die
das Quadratbein nach hinte
steht. Die Bezahnung der
Eidechsen im Durchschnitt
ständig als bei den Schlang
nur zwei Reihen gleichmäßig
kiefer, eine andere im Unt
Gaumenbogen Zähne, und
bilden sie niemals einen vo

m nur zwei kleine, seitliche Gruppen an dem
rn Gaumengewölbe; dagegen ist die Form, die
hgung und die Erneuerung der Zähne bei den
hsen weit mannichfaltiger als bei den Schlangen.
öhnlich freilich sind die Zähne mehr oder minder
förmig, spitz, hakig nach hinten gebogen, oft aber
die Kronen mehr oder minder schneidend, faltig
rift, der über dem Zahnfleisch herausstehende Zahn-
abgesetzt und in anderer Weise geformt, zuweilen
kommen mehrspitzige, flache, messer- oder säge-
e Zähne vor. Hinsichtlich der Befestigung finden
zwei wesentliche Unterschiede. Niemals trifft man
thafte Alveolen und Zähne, welche in denselben
dalt stecken, dagegen bildet sich oft in beiden
reihen eine Zusammenhängende Zahnrinne aus,
nach außen hin von einem Knochenblatte geschützt
d, sodaß der Kiefer an seinem obern Rande aus-
lt erscheint; in dieser Rinne nun liegen die Zähne
ter Weise, daß sie mit der hohlen Wurzel auf dem
nde der Rinne aufsitzen, wo sich zuweilen noch be-
ere knöcherne Sockel für sie zeigen, und daß sie
ihrem Außenrande an dem Knochenblatte ange-
hsen sind, welches die äußere Wand der Zahnrinne
et. Man hat die Eidechsen, welche diese Zahn-
ung zeigen, mit dem Namen der Seitenzähner
eurodontia) belegt. Bei andern Gattungen zeigt
Kiefer keine solche Zahnrinne, und die im Zahn-
iche sich bildenden Zähne wachsen unmittelbar auf
nen freien Rand auf, oft in solcher Weise, daß
n nur mit Mühe die Grenze zwischen dem Zahne
d dem Knochen entdecken kann und es aussieht,
s wenn der Kiefer selbst an seinem Rande sägen-
ig ausgeschnitten und emaillirt wäre. Die solche
ngewachsene Zähne tragenden Eidechsen hat man
ch unter dem gemeinsamen Namen der Acrodonten
eichnet.

Für die Bestimmung der lebenden Gattungen hat
e Bildung der Zunge eine ganz besondere Be-
eutung. Bei den einen ist dieses Organ dünn, sehr
lang, hornartig und vorn in zwei längere Spitzen
gespalten, die fadenförmig auslaufen; diese einer
Schlangenzunge ganz ähnliche Spaltzunge, um deren
willen man auch diese Eidechsen die Spaltzüngler
Fissilinguia) genannt hat, ist in einer eigenen
Hautscheide eingeschlossen und kann auch bei ge-
chlossenen Kiefern durch einen vordern Ausschnitt der-
selben zum Tasten hervorgestreckt werden. Bei einer
andern Gruppe, welche man Kurzzüngler (Bre-
vilinguia) genannt hat, ist die Zunge dick fleischig,
am Grunde der Mundhöhle festgewachsen, aber nach
allen Seiten hin beweglich, ohne besondere Hautscheide
und nur bei geöffnetem Maule zwischen den Kiefern
vorstreckbar. Bei den einen ist diese fleischige Zunge
vorn zugerundet oder nur unmerklich ausgebuchtet,
bei andern aber verdünnt sie sich nach vorn ziemlich
bedeutend und läuft dann oft in zwei kurze, faden-
förmige Spitzen aus oder zeigt auch nur einen mehr
oder minder tiefen, halbmondförmigen Ausschnitt.
Eine dritte eigenthümliche Bildung zeigt das Cha-
mäleon, auf dessen Beschreibung wir verweisen.

Die meisten Eidechsen zeichnen sich vor den Schlangen
durch die Existenz von zwei häutigen Augenlidern aus,
welche von oben und unten her den Augapfel bedecken
können; nur bei einigen wenigen Gattungen zeigt sich
eine Bildung der Augenbedeckung ähnlich derjenigen
der Schlangen. Die äußere Ohröffnung ist nicht wie
bei diesen mit der äußern Schuppenhaut bedeckt, son-
dern in den meisten Fällen frei, und zeigt das in
einem Rahmen ausgespannte dünne Paukenfell nackt
zu Tage liegend. Die Bildung der äußern Haut ist
mannichfaltig; gewöhnlich zeigt sie sich in ähnlicher
Weise beschuppt, wie bei den Schlangen, indem die
Lederhaut Erhöhungen und Duplikaturen bildet, welche
von der stellenweise verdickten Oberhaut, die ein zu-
sammenhängendes Ganzes bildet, überzogen werden.
Auf diese Weise entsteht die scheinbare Schuppenbe-
kleidung, welche den Körper der meisten Eidechsen be-
deckt; oft, wie bei den Chamäleonen und den Geckos,
legen sich indeß diese Erhöhungen der Haut nicht
dachziegelförmig übereinander, sondern bilden nur
einzelne aneinandergereihte körnige oder warzenförmige
Erhöhungen. In andern Fällen rücken diese Er-
höhungen so aneinander, daß sie Täfelchen bilden, die
nur durch netzförmige vertiefte Linien voneinander
getrennt sind; oft wachsen sie aber auch aus und
bilden lang gespitzte, mehr oder minder steife Stacheln,
die in Linien oder Wirteln gestellt sind, oder ver-
längern sich auch zu oft seltsam ausgezackten Haut-
lappen und Kämmen. Auf dem Kopfe finden sich
meist größere Schilder, auch auf dem Bauche.

Hinsichtlich der Füße herrscht eine große Mannich-
faltigkeit. Bei den meisten finden sich vier wohlaus-
gebildete, mit fünf bekrallten freien Zehen versehene
Füße, an denen gewöhnlich die vierte Zehe die längste
ist und die nur bei dem Chamäleon den Körper
schwebend tragen. Sie dienen stets nur als Geh- und
Kletterwerkzeuge, niemals zum Halten der Beute. Von
diesen Füßen aus finden sich aber alle erdenklichen
Uebergänge; vier kleine, rudimentäre Füßchen, fast
ohne Bedeutung für die Locomotion; zwei stummel-
artige Vorderfüße oder plattenförmige Hinterfüße ohne
äußere Zehenandeutung, und endlich Schlangengestalt
ohne irgendwelche Andeutung äußerer Füße. Aber
auch in diesem letztern Falle finden sich stets unter
der Haut im Fleische versteckt Andeutungen der Vorder-
extremitäten mit Schultergürtel und Brustbein, welche
den Schlangen unter allen Umständen fehlen, sodaß
also hier ein wichtiger Unterschied gegeben ist. Der
Schwanz ist von sehr verschiedener Länge, gewöhnlich
aber mindestens ebenso lang als der Körper, und oft
mit ausgezeichneten, stacheligen Wirtelschuppen bedeckt.

Die meisten Eidechsen sind Bewohner südlicher und
tropischer Gegenden, wo sie sich entweder auf der
Erde, oder auf Bäumen und Gesträuchen kletternd
umhertreiben, Insekten, kleine Säugethiere und Vögel
im Sprunge haschen. Die größten Arten erreichen
höchstens eine Länge von 4—6 Fuß, und keine einzige
wird dem Menschen gefährlich. Manche größere
Gattungen werden sogar ihres zarten Fleisches willen
als Wild gejagt. In den gemäßigten Zonen ver-
fallen sie in Winterschlaf und werden bei kälterm
Wetter sehr träge und langsam, während sie bei leb-
haftem Sonnenschein außerordentlich agil und munter
werden und sogar sich insofern zähmen lassen, daß sie
auf bekannte Zeichen aus ihren Schlupfwinkeln her-
vorkommen und das ihnen bestimmte Futter in Em-
pfang nehmen.

Gruppe der Spaltzüngler (Fissilinguia).

Zunge lang, vorn in zwei dünne, hornige Spitzen
ausgezogen, in eine Scheide zurückziehbar. Voll-
kommene Augenlider. Freies Paukenfell. Schwanz
lang mit Wirtelschuppen.

Familie der Waraneidechsen (Monitores). Große
Eidechsen der Alten Welt, deren Herz durch die fast
vollständige Kammerscheidewand sich am meisten dem
der Krokodile nähert, mit beschupptem Kopf, ange-
wachsenen Zähnen, ohne Gaumenzähne und Schenkel-
poren. Die abgebildete Art (Waran, Varanus niloticus,
Taf. 19, Fig. 15) lebt an den Ufern des Nils, soll

vor der Annäherung der Krokodile durch lautes Zischen warnen, frißt übrigens gern die Eier des Krokodils, und wird bis 6 Fuß lang.

Familie der Teju-Echsen (Ameivida) entspricht in der Neuen Welt den Monitoren. Sie haben Schenkelporen und schief nach außen gerichtete solide Zähne und Schilder auf dem Kopf. Die abgebildete Art (Teju, Podinema Teguixin, Taf. 20, Fig. 2) gilt in Brasilien, wo sie in Erdlöchern lebt, für einen Leckerbissen.

Familie der Echsen (Lacertida). Zähne angewachsen, am Grunde hohl, Schenkelporen. Schilder auf dem Kopfe. Hierher unsere gewöhnliche graue Zauneidechse (Lacerta agilis, Taf. 19, Fig. 16), die schlanke grüne Eidechse, die in den Mittelmeergegenden häufige, größere, aber kürzere Echse mit blauen Augenflecken (Lacerta ocellata), die lebendig gebärende kleine Mauereidechse (Zootoca vivipara) u. s. w.

Gruppe der Dickzüngler (Crassilinguia).

Zunge dick, fleischig, kaum ausstreckbar, an der Spitze abgerundet. Paukenfell fein.

Familie der Agamen (Agamida). Leib dick, oft flach. Beine kurz. Haut oft bestachelt. Schwanz meist kurz, mit Wirtelschuppen. Leben auf der Erde, besonders in sandigen Gegenden. Die der Neuen Welt sind Pleurodonten, die der Alten Welt Acrodonten. Dieselbe Gruppirung findet sich auch bei der folgenden Familie. Der Hardun aus Nordafrika und Arabien (Stellio vulgaris, Taf. 20, Fig. 1) war früher officinell, seine Excremente wurden als Schminke benutzt.

Familie der Leguane (Iguanida). Leib schlank, häufig höchst sonderbare Kämme, Kehlsäcke und Anhänge. Beine lang, dünn, Schwanz lang. Leben auf Bäumen. In der Alten Welt der fliegende Drache (Draco volitans), kleine Thierchen, deren seitlich hervorstehende dünne Rippen, durch eine dünne Haut verbunden, einen Fallschirm bilden. In der Neuen Welt die Leguane (Iguana), pflanzenfressend, als Wildpret geschätzt; die mit sonderbaren Kämmen versehenen Basilisken (Haubenbasilisk, Basiliscus mitratus, Fig. 4), Insektenfresser.

Familie der Geckos (Ascalabotida). Plumpe Thiere mit flachem Kopf, höckeriger oder warziger Haut, pleurodonten Zähnen, ohne Augenlider. An den verbreiterten Zehen aus hornigen Stachelplatten gebildete Haftorgane, mittels deren sie wie Fliegen an den Wänden umherklettern können. Nächtliche Thiere, sehr nützlich durch ihre Insektenjagd, aber fälschlich für giftig gehalten. In den Mittelmeergegenden eine Art, viele in den Tropenländern beider Hemisphären. Die abgebildete Art (Faltengecko, Ptychozoon homalocephalum, Fig. 3), ausgezeichnet durch ihre Hautlappen, auf den Sunda-Inseln.

Gruppe der Wurmzüngler (Vermilinguia).

Wurmförmige, weit vorschnellbare Zunge.

Enthält die einzige Familie der Chamäleons (Chamaeleonida). Die plumpen, kleinen Eidechsen, welche der einzigen Gattung angehören, die diese Familie bildet, haben einen breiten eckigen Kopf, der meist höher als lang ist und nach hinten in einen stumpfen Kamm ausläuft, der den Nacken überragt; die Mundspalte ist sehr groß, die Kiefer mit angewachsenen Zähnen bewaffnet; das Paukenfell gänzlich unter der Haut verborgen (Chamäleon, Chamaeleo vulgaris, Taf. 20, Fig. 5). Das Auge ist bedeutend, vollkommen kreisförmig, vorgequollen und durch ein einziges, etwas warziges Augenlid b
nur der Pupille gegenüber eine run
zeigt. Der Hals ist ausnehmend b
eigentlich nur eine tiefe Falte hinter
eckigen Kopfe, die an der Unterfläche
getriebene Kehle verwischt wird. Der
lich sehr zusammengedrückt, höher als
meist mit einem vorspringenden Kam
sich über den Schwanz fortsetzt. Die
lerer Länge, deutlich abgesetzt, kräfti
gewöhnlich spiralförmig gebogen, ein
und Wickelschwanz, der dem Thiere be
Umfassen der Zweige dient. Die Ver
und höher als bei irgendeiner ande
endigen in fünf Zehen, die aber geg
stehen und so miteinander verwachse
Fuß eine zweiblätterige Klammerzang
eines Blatt drei, das andere zwei
Diese Ausbildung der Füße zu Klamm
Analogie mit den Füßen der Kletter
in Uebereinstimmung mit der Leben
Chamäleonen stets nur auf Bäumen
in den Zweigen umherklettern, um
kleinern Insekten bestehende Nahrung

Höchst eigenthümlich ist der Bau d
der von alters her bekannte Farbenw
begründet liegt. Es zeigen sich au
dieser Haut weder Schuppen, noch
nur größere und kleinere Körner, so
mit demjenigen des Chagrin Aehnlic
der durchscheinenden Oberhaut befind
entwickelte Lage weicher Wärzchen, w
Farben tragen und je nach dem Zu
sich stärker aufrichten und ausdehne
wechsel wird demnach vorzüglich durc
des Blutes in diese Hautwärzchen bed
That kann man durch Reizung ode
Thiers seine Farbe von einem ein
durch grünliche, gelbe und schmuzig r
durch bis zu einem gesättigten, sch
steigern, welches fast schwarz erscheint.

Träge Thierchen der Alten Welt,
sträuchen Insekten beschleichen und, in
kommen, plötzlich eine cylindrische Zu
länge hervorschnellen, welche an ihrem
angeschwollen ist und hier einen verti
Schleime erfüllten Napf trägt, in wel
kleben bleiben und nach Zurückziehung
schluckt werden.

Gruppe der Kurzzüngler (Br

Kurze, nicht ausstreckbare, an de
rundete Zunge ohne Scheide. Durch
Reduction der Füße und der Auge
Gruppe den Uebergang zu den Schla

Familie der Schleichen (Scincoid
stummelförmig, mit wenigen oder ga
wie Flossen, bald vier, bald nur zw
wie bei unserer Blindschleiche, auf de
reducirt. Körper gedrungen, Schwan
schlangenähnlicher, je mehr die Füß
Glatte, oft silberglänzende, harte S
Das untere Augenlid meist entwickelt,
Hierher der Skink (Scincus officinalis,
mit vier kurzen Beinen, in Aegypten, wa
und gilt noch in seinem Heimatland als
Bei uns die Blindschleiche (Anguis
Extremitäten, nur der Schultergürtel e
loses Thier, sehr nützlich, besonders vo

nwürmern lebend, durch eine Unmasse grundloser
in als giftig verleumdet.
amilie der Wirtelschleichen (Chalcidide). Unter-
ket sich von der vorigen nur durch eine lange
nfalte, von einem Hautumschlage gebildet. Sonst
lben Modificationen der Füße. Hierher der in
natien häufige Scheltopusik (Pseudopus Pallasi),
zwei flossenähnlichen Fußstummeln neben dem After,
einem Vaterlande ebenso verleumdet, wie bei uns
Blindschleiche.
amilie der Doppelschleichen (Amphisbaenida).
g schlangenähnlich; Augen klein, ohne Lider, von
Haut bedeckt. Keine Schuppen, sondern nur ringel-
nge Falten, von weniger tiefen Längsfalten durch-
itten. Meist Amerikaner. Einige mit kurzen Vorder-
n. Die abgebildete Art (Doppelschleiche, Am-
sbaena alba, Fig. 7) in Termitenhaufen des
nischen Amerika wühlend.

Ordnung der Schlangen (Ophidia).

örper langgestreckt, ohne äußere Ex-
mitäten. Unterkieferäste in der Mitte ge-
nnt und zu seitlichem Auseinanderweichen
ähigt. Kein Schultergürtel, noch Brust-
n.

Der Körper der Schlangen ist bekanntlich lang-
treckt, wurmförmig, meist ohne deutlich abgesetzten
wanz und Hals, der Kopf jedoch in der Regel
iter als der übrige Körper und deutlich in seiner
sdehnung erkennbar. Dieser langgestreckte Körper
bei den Schlangen ganz allgemein in eine feste,
aut eingehüllt, der man gewissermaßen mit Unrecht
n Namen einer Schuppenhaut gegeben hat, während
ch in der That diese Haut ein durchaus zusammen-
ngendes Ganzes bildet, die deutlich aus einer Leder-
ut und einer darüberliegenden Epidermis besteht.
ie Lederhaut ist nicht gleichförmig dick und eben,
ndern an einzelnen Stellen verdickt und der Rand
ieser Stellen frei umgeschlagen, sodaß Falten gebildet
erden, welche das Ansehen von dachziegelförmig
übereinanderliegenden Schuppen haben; indem nun
die Oberhaut ebenfalls diesen Duplikaturen der Leder-
haut folgt und sich an den freiliegenden Stellen ver-
dickt, während sie da dünner wird, wo sie in die
Falten eingeht, treten diese Schuppen noch deutlicher
hervor. Man unterscheidet der Gestalt nach Schuppen,
die länger als breit sind, oft auf ihrer Mitte einen
Kiel tragen und vorzugsweise auf der Rückenfläche
des Thiers entwickelt erscheinen, und Schilder von
meist sechs- oder viereckiger Gestalt, gewöhnlich länger
als breit, die vorzugsweise auf der Bauchseite und
an dem Kopfe sich ausbilden. Die Oberhaut wird
stets von den Schlangen im ganzen abgestreift und
zeigt sich dann als eine vollkommen farblose, scheinbar
structurlose Haut, welche alle Sculpturen der Ober-
fläche erhalten zeigt. Dieser Hautwechsel geschieht mehr-
mals im Jahre nach kurzem Unwohlsein des Thiers,
das nachher gern frißt und glänzendere Farben zeigt.
Der Kopf der Schlangen ist im allgemeinen abge-
plattet, mehr oder minder dreieckig und der Rachen
ungeheuer weit gespalten, so selbst daß diese Spalte
oft über die hintere Grenze des Kopfes hinauszugehen
scheint. Die Nasenlöcher liegen stets vorn am Kopfe,
oft ganz an der Spitze der Schnauze, die gewöhnlich
runden oder längs ovalen Augen etwa in der Mitte
der Schnauzenspalte ganz auf der Seite und dem
Kieferrande sehr genähert. Der bewegliche Augapfel,
dessen Pupille bei den nächtlichen Gattungen meist
senkrecht gespalten, bei den übrigen rund ist, zeigt
keine Augenlider, sondern wird von der durchsichtigen
Haut überzogen, die in ähnlicher Weise wie ein Uhr-
glas in einem Falze der runden Augenhöhle eingeheftet
ist und eine Kapsel bildet, welche durch einen weiten
Gang, den Thränenkanal, nach innen mit der Nasen-
höhle in Verbindung steht. Das Auge der Schlangen
hat hierdurch ein gläsernes unheimliches Ansehen.

Einen wesentlichen Charakter für die ganze Ord-
nung der Schlangen findet man in der Structur des
knöchernen Gerüstes, welches den Antlitztheil des
Schädels bildet. Bei den meisten Schlangen nämlich
ist das Oberkiefergerüste durchaus beweglich geworden;
der Zwischenkiefer freilich hängt fest mit den Nasen-
beinen zusammen; dagegen sind die Oberkiefer-, die
Flügel- und Gaumenbeine durchaus beweglich und
können sowol nach den Seiten als auch nach vorn
und hinten geschoben werden (Schädel der Natter, Tropi-
donotus natrix, Taf. 20, Fig. 10). Eine ebenso große
Beweglichkeit ist in dem Unterkieferapparate hergestellt;
das lange schuppenförmige Zitzenbein hängt nur durch
Bänder und Muskeln mit dem Schädel zusammen und
trägt an seinem Ende das lange, stabförmige, meist
schief nach hinten gerichtete Quadratbein, an welchem
der Unterkiefer eingelenkt ist. Dieser selbst besteht aus
zwei völlig getrennten, stabförmigen, nur wenig ge-
bogenen Hälften, die vorn entweder gar nicht oder
nur durch laxe Sehnenfasern miteinander verbunden
sind und deren Trennung auch gewöhnlich durch die
sogenannte Kinnfurche an der Unterfläche des Kopfes
ausgedrückt ist. Durch diese Einrichtung ist der ganze
Unterkieferapparat einer enormen Erweiterung fähig,
indem jeder Unterkieferast aus drei durch laxe Gelenke
verbundenen, stabförmigen Knochen besteht, die selbst
wieder nach beiden Seiten hin auseinanderweichen
können.

Die Bezahnung der Schlangen ist je nach den
verschiedenen Familien sehr verschieden. Niemals
kommen andere als echte Hakenzähne vor, die zu-
weilen sehr groß, immer aber spitz, nach hinten ge-
krümmt und nur zum Festhalten der Beute, nicht ein-
mal zum Zerreißen und noch weniger zum Kauen
derselben dienen. Gewöhnlich bilden diese Zähne einen
scheinbar soliden Kegel aus harter Zahnsubstanz mit
dünnem Email bekleidet; bei den verdächtigen und
giftigen Schlangen aber kommen theils rinnenförmige,
theils hohle Zähne vor, welche zur Ableitung des
Secretes eigenthümlicher Speicheldrüsen dienen (Schädel
der Klapperschlange, Crotolus horridus, Fig. 15:
a Schädel, b beweglicher Oberkiefer, c Giftzähne,
d Unterkiefer). Manchmal erscheinen diese Zähne nur
auf der Fläche gefurcht, in andern Fällen aber ver-
tieft sich diese Hohlkehle bedeutend und die beiden
Ränder der Furche wölben sich so zusammen, daß ein
Kanal entsteht, der sich an der Spitze des Zahns
öffnet und seiner ganzen Länge nach durch einen feinen
Schlitz geöffnet ist; bei den echten Giftschlangen end-
lich, bei den Ottern, schließt sich dieser Schlitz völlig
und der Giftzahn stellt nun einen spitzen, hohlen,
säbelförmig gekrümmten Kegel dar, an dessen Spitze
sich eine feine Spaltöffnung zeigt, durch welche das
Gift beim Bisse sich ergießt. Nach dieser Beschaffen-
heit der Zähne richtet sich auch der Bau des Ober-
kieferapparates. Bei den ungefährlichen Schlangen
mit ganzen soliden Zähnen sind die Oberkiefer sehr
lang und mit einer ununterbrochenen Reihe von Zähnen
besetzt, auf welche ein zweiter Zahnbogen nach innen
folgt, der von den in den Gaumenbeinen eingepflanz-
ten Zähnen gebildet wird, da die Gaumenbeine fast
bei allen Schlangen zahntragend sind; bei den Trug-
schlangen mit gefurchten Zähnen ist der Oberkiefer
schon kürzer, in seinem vordern Theile mit kleine-

Hakenzähnen und hinten mit den großen Rinnenzähnen bewaffnet; bei den unechten Giftschlangen oder den Nattern ist der Oberkiefer nur kurz und trägt hinter den großen geschlitzten Giftzähnen einige kleine solide Hakenzähne; bei den Ottern endlich ist der Oberkiefer auf ein ganz kurzes Knöchelchen reducirt und nur mit hohlen, ungeschlitzten Giftzähnen besetzt.

Alle Schlangen nähren sich nur von lebenden Thieren, und die eben geschilderte Einrichtung ihres Kieferapparates bringt es mit sich, daß sie ihre Beute nur in einem Stücke hinabschlingen können; sie überfallen dieselbe im Schusse und die giftigen versetzen ihr nur einen Biß, nachher ruhig die Wirkung des Giftes erwartend, während die andern ihre Beute umschlingen und durch Umwickelungen ersticken; lebenszähere Thiere werden sogar noch lebend verschluckt. Die Arbeit des Schlingens ist bei größern Thieren eine ungemein mühsame; der Rachen der Schlange erweitert sich nach und nach in ungeheuerm Maße, die Unterkieferäste spreizen sich auseinander, soweit es nur irgend möglich ist, zwischen ihnen schiebt sich, da die Arbeit oft stundenlang dauert, der stielförmige Kehlkopf hervor, um die Athmung zu unterhalten; die bedeutend entwickelten Speicheldrüsen ergießen ihr Secret, das den ganzen Bissen schlüpfrig macht, und so zieht sich nach und nach der Kopf der Schlange über den Leichnam des Thieres weg, bis dieser gänzlich in dem weiten Rachen und in der Speiseröhre verschwunden ist. Die Verdauung geht äußerst langsam vor sich, ist aber so activ, daß nur höchstens einige Hornreste des Thiers durch den After entleert werden. Das was man gewöhnlich Schlangenkoth nennt, ist der als halbweiche Masse entleerte Urin, der fast nur aus Harnsäure besteht. Die meisten Schlangen brauchen ein bis zwei Monate, bevor sie nach einer vollständig sättigenden Mahlzeit eine andere einnehmen.

Eigentliche Bewegungsorgane fehlen den Schlangen ganz; von vordern Extremitäten, von einem Schultergürtel und einem Brustbeine zeigt sich keine Spur; bei einigen Familien dagegen kommen Spuren der hintern Extremitäten vor, die indeß durchaus rudimentär sind, aus einem oder mehrern kleinen Knöchelchen bestehen, von denen die innern dem Becken, die äußern, wenn sie vorhanden sind, den Extremitätenknochen entsprechen und die zuweilen einen klauenförmigen Nagel tragen, der zur Seite des Afters kaum vorstehend sich zeigt. Zum Ersatz für diesen Mangel der Extremitäten ist dagegen die Beweglichkeit der Wirbelsäule außerordentlich groß; die Wirbel sind durch förmliche Kugelgelenke miteinander verbunden, indem stets der Gelenkkopf des vorhergehenden Wirbels in einer runden Pfanne des folgenden spielt; die Rippen (Skelet der Natter, Tropidonotus natrix, Taf. 20, Fig. 9) sind ebenso durch Kugelgelenke mit den Wirbelkörpern verbunden und bilden ebenso viele stabförmige Bewegungshebel, deren jeder einen äußerst entwickelten Muskelapparat besitzt, wodurch jede Rippe leicht nach allen Seiten hin bewegt werden kann. Die Schlange läuft gewissermaßen, indem sie vorwärts gleitet, auf den unter der Haut verborgenen Spitzen ihrer zahlreichen Rippen. Auch tragen alle Wirbel, von dem ersten an bis zu denen des Schwanzes, ausgebildete Rippen, die nur vorn etwas kleiner sind, sodaß in Wahrheit keine Halswirbel existiren. Ein Brustbein fehlt unter allen Umständen, da die Enden aller Rippen vollständig frei sind.

Bei der langgestreckten Form des Körpers kann es nicht verwundern, daß alle Eingeweide dieselbe Gestalt annehmen. Die Zunge ist sehr lang, dünn, [illegible] artig, in einer eigenen Scheide verborgen [illegible] ihrer Spitze in zwei Hälften gespalten, die [illegible] lich als Tastorgan zu dienen scheinen. Man [illegible] sich auch bei ganz geschlossenem Maule ein [illegible] im Oberkiefer, durch welchen die Zunge, welche [illegible] stets lebhaft bewegt, hervorgestreckt wird. Der [illegible] ist lang, äußerst muskulös; der Magen gestreckt, [illegible] artig, bedeutender Erweiterung fähig; der Darm [illegible] hältnißmäßig kurz und nur wenig gewunden. [illegible] wöhnlich ist nur eine, und zwar die linke [illegible] Form eines langen, innen zelligen Sacks [illegible] die rechte dagegen ganz rudimentär; die Lunge [illegible] sehr lang und oft schon in ihrer ganzen [illegible] Zellen besetzt; sehr lang gestreckt sind [illegible] Eierstöcke oder Hoden; die beiden in der [illegible] wurzel verborgenen Ruthen lassen meist [illegible] des Männchens etwas dicker erscheinen.

Gruppe der Engmäuler (Angiostomata)

Schließt sich sehr eng an die schlangenförmigen Echsen an, indem die Unterkieferäste noch miteinander verbunden und der Oberkiefer nicht beweglich. Dagegen fehlt allgemein der Schultergürtel und Brustbein, während meist ein Beckenrudiment mit kleinen Klauen neben dem After vorhanden ist. Die Lider sind nicht entwickelt; die äußere Haut ist durchsichtig werdend über die Augen weg, ohne dessen, wie bei den echten Schlangen, in Form eines Uhrglases abzustehen. Alle haben solide Zähne, einen nur im Ober- oder Unterkiefer, die andern beiden Kiefern. Es sind kleine, harmlose Thiere der Tropen, die unter Gebüschen oder in Erdlöchern und sich von Kleinzeug (Insekten, Nacktschnecken, Würmern) nähren. Neben andern Familien erwähnen die Wickelschlangen (Tortricida). Kopf kaum gesetzt, Schwanz kurz, Unterkieferäste schon gelenkig aber nicht dehnbar; Mundspalte klein. Kleine, spitzartige Hakenzähne in beiden Kiefern. Träge, im Gebüsch lebende Thiere. Die abgebildete schöne (Tortrix scytale, Taf. 20, Fig. 21) korallenroth mit schwarzen Querringen, in Südamerika.

Gruppe der Giftlosen (Aglyphodonta)

Rachen sehr weit und sehr dehnbar. Keine Giftzähne, sondern nur solide Hakenzähne.

Familie der Riesenschlangen oder Stummelfüßer (Peropoda). Der Kopf dieser Schlangen dreieckig, abgeplattet, meist vorn zugespitzt, breit und gewöhnlich deutlich von dem Halse abgesetzt. Der Rachen weit gespalten, die beiden Kieferbeine und die Gaumenbeine, zuweilen selbst der Zwischenkiefer mit Zähnen besetzt, die alle derb und der Größe nach so geordnet sind, daß der zweite oder dritte Zahn in der Reihe der größte ist und die übrigen successiv nach hinten abnehmen. Die Flügelbeine sind S-förmig gekrümmt und nur in ihrer hintern Hälfte mit Zähnen besetzt. Zu beiden Seiten des Afters finden sich zwei hornige stumpfe Klauen, welche das Rudiment der hintern Extremität bedecken. Der Kopf ist meistens mit Schildern bekleidet, die Kehle dagegen mit Schuppen, ein wesentlicher Unterschied von der vorigen Familie. Der Bauch zeigt Schilder, die gewöhnlich einfach sind, aber eine bedeutende Breite besitzen, die Unterfläche des Schwanzes zeigt gewöhnlich doppelte, ziemlich schmale Schilder. Man kann in dieser Familie einige Unterfamilien unterscheiden: Die Rollschlangen (Erycida) mit rundlichem, nicht abgesetztem Kopfe, stark vortretenden Fußstummeln, sehr kurzem, stumpfem Schwanz und

enger, wenig ausdehnbarer Mundspalte; letztere
. nur eine unbedeutende Größe und finden sich
weise in den türkischen Besitzungen am Mittel-
Die Schlinger (Pythonida), welche haken-
Fangzähne im Zwischenkiefer und auf der
ite der Kieferschilder tiefe dreieckige Gruben
ie finden sich nur in der Alten Welt; die abge-
Art (Riesenschlange, Python tigris, Taf. 20,
) auf Java; die Königsschlangen (Boida)
ähne im Zwischenkiefer, ohne äußere Gruben
n Maule, aber wie die vorigen mit weitge-
m Rachen, scharf abgesetztem Kopfe, kurzem
ze, der zuweilen hakenförmig gekrümmt und
ngreifen der Aeste geeignet ist. Die Arten
iden Familien lauern theilweise im Wasser,
ber auf Bäumen oder in Gebüschen; manche
n eine Länge von 40 Fuß und darüber und
ke eines kräftigen Mannsschenkels.
Familie der Wolfsschlangen (Lycodontida)
heidet sich von der vorigen durch den Mangel
chstummeln, geringere Größe und einen großen
ihn vorn in beiden Kiefern. Nur tropisch.
milie der Nattern (Colubrida). Sehr zahlreich
n Ländern. Kopf geschildet. Zähne an beiden
n und dem Gaumen, meist gleich lang. Doppelte
reihen unter dem Schwanze. Keine Fußstummeln.
ns am häufigsten die Ringelnatter (Tropido-
natrix, Fig. 8), graublau, mit schwarzem,
gesäumtem Halsfleck und gekielten Rückenschuppen.
feuchten Wiesen, an Bächen, geht gern in das
r, lebt vorzugsweise von Fröschen; legt ihre
in Dunghaufen. Im südlichen Deutschland die
ge, glatte Natter (Coronella laevis), auf Ge-
en, selbst Bäumen, und die Aesculapsnatter
nella flavescens), mit gelbem Bauche, auch in
ingenbad. Alle Nattern sind höchst unschädliche
durch Vertilgung von Mäusen u. s. w. sogar
liche Thiere.

uppe der Trugschlangen (Opisthoglypha).

Am hintern Ende des langen Oberkiefers stehen
nige größere Furchenzähne, welche den Speichel der
rspeicheldrüse ableiten. Sie gleichen im übrigen
r Nattern durch Gestalt und Beschildung des Kopfes,
ben aber nur einfache Schilder unter dem Schwanze.
Die mit geringen Ausnahmen tropischen Thiere
ten überall für sehr giftig, es ist indessen noch
ifelhaft, ob sie wirklich diese Eigenschaft besitzen.
enfalls könnte das Gift nur bei besonders tief-
fenden Bissen oder nur auf eine Beute wirken,
schon im Rachen ist. Verdächtig aber sind sie
enfalls, und im Zweifelfalle ist es besser, sie zu
ren, als sich von ihnen beißen zu lassen.
Familie der Baumschlangen (Dryophida). Körper
r lang, oft abgeplattet, peitschenförmig, Schwanz
ig und dünn, Kopf lang und spitz, oft mit sonder-
ten Anhängen. Ein Furchenzahn hinten im Ober-
fer. Zornig, behend, fast alle von grüner Farbe.
ben nur auf Bäumen der Tropenzone von Eiern,
inen Vögeln u. s. w. Die Art, deren Kopf (Kopf der
ugaha nasuta, Taf. 20, Fig. 17) wir des sonder-
ten Schnauzenanhangs wegen abbilden, auf Java.
Noch viele Familien, die wir nicht weiter erwähnen,
n denen die einen mehr im Wasser, die andern auf
m Lande in Erdlöchern leben.

Gruppe der Vorzähner (Proteroglypha).

Oberkiefer kurz, vorn mit mehrern gefurchten Gift-
ihnen, hinten mit soliden Hakenzähnen besetzt. Haken-
zähne am Unterkiefer, an Gaumen und Flügelbeinen.
Kopf beschildet.

Hier ist kein Zweifel möglich, alle Vorzähner sind furchtbar giftig, und bei einigen reichen die Giftdrüsen sogar weit in die Bauchhöhle hinab. Die Giftzähne sind bald nur gefurcht, bald gänzlich zum Kanal geschlossen, sehr groß; dahinter stehen solide Hakenzähne. Nur südliche Formen.

Familie der Seeschlangen (Hydrophida). Körper schwach, Kopf wenig abgesetzt, Nasenlöcher durch Klappen verschließbar. Bauch beschuppt. Gebären lebendige Junge. Giftzähne klein. Schwanz seitlich zusammengedrückt, oben und unten gekielt, Ruderschwanz. Leben in den tropischen Meeren, nähren sich vorzugsweise von Fischen, schwimmen und tauchen sehr gut. Höchstens 6 Fuß lang. Die abgebildete Art (Plättchenschlange, Pelamis bicolor, Taf. 20, Fig. 19) bei den Sunda-Inseln.

Familie der Prunkschlangen (Elapida). Gestalt der Nattern, meist lebhaft gefärbt. Doppelreihen von Schwanzschildern. Schwanz kurz, spitz. Hierher die höchst gefährliche Korallenschlange (Elaps corallinus) in Brasilien, der unschuldigen Wickelschlange ähnlich gefärbt, nur zwei Fuß lang, und besonders die Brillenschlangen der Alten Welt, deren Halsrippen, lang und sehr beweglich, seitlich aufgerichtet werden können, sodaß der kleine Kopf fast zwischen dem Halskragen verschwindet. Die abgebildete Art, Cobra di capello (Brillenschlange, Naja tripudians, Fig. 18), in Ostindien, mit der Brillenzeichnung; eine ähnliche, einfarbig braun auf dem Rücken, ohne Zeichnung, die Haje, in Aegypten (Naja haje). Letztere ist die Natter der Kleopatra. Beide Arten dienen vorzugsweise den Psyllen oder Schlangenbeschwörern zu ihren Gaukeleien.

Gruppe der Ottern (Solenoglypha).

Oberkiefer sehr klein, nur mit Giftzähnen besetzt. Hakenzähne im Gaumen und Unterkiefer.

Der Charakter der Giftschlangen in höchster Entwickelung. Der Oberkiefer (Taf. 20, Fig. 15b) ist sehr kurz, quadratisch, sehr beweglich und nur mit den gewaltigen, meist zur Röhre geschlossenen Giftzähnen besetzt, die durch die Bewegung des Kiefers nach vorn gerichtet und wieder in die Schleimhaut zurückgezogen werden können. Der Kopf ist dreieckig, hinten breit, infolge der bedeutenden Entwickelung der Giftdrüse, die von einem besondern Muskel zusammengedrückt wird, sodaß beim Bisse das Gift in die Wunde spritzt. In dem abgebildeten Präparat (Giftapparat der Klapperschlange, Fig. 16) des Kopfes der Klapperschlange sieht man bei a das Nasenloch, darunter die charakteristische Grube der Klapperschlange (s. Grubenottern), bei b die Hakenzähne, in welche der S-förmig gewundene Ausführungsgang der Giftdrüse c führt, die von dem Muskel umhüllt ist. Der Schläfenmuskel d drückt ebenfalls noch beim Bisse auf den hintern Theil der Drüse c, die nicht giftige Speicheldrüse des Unterkiefers. Die Schlange haut mehr als sie beißt, und ritzt die Haut, wobei das dickliche Gift in die Wunde gespritzt wird, welche im ersten Augenblick wie zwei feine mit der Nadel gerissene parallele Linien sich darstellt. Das Gift wirkt nur durch unmittelbaren Uebergang in das Blut, dasselbe zersetzend. Man kann es ohne Schaden verschlucken. Erste Indication ist also bei einem Bisse, das Gift nicht in den Kreislauf übergehen zu lassen. Augenblickliche Unterbindung des Gliedes, sehr fest, über der Bißstelle; Erweiterung der Wunden mit dem Messer, um das Blut herausströmen zu lassen, Auswaschen und Aussaugen. Wenn das Blut vergiftet ist, Behandlung

des anschwellenden Gliedes und der allgemeinen Krankheit durch den Arzt, wie bei jeder plötzlichen Blutvergiftung.

Familie der Ottern (Viperida). Kopf breit, abgesetzt. Keine blinde Grube am Oberkiefer. Meist träge Thiere. Hierher unsere Viper, Vipera aspis (Kopf der Viper, Vipera Redii, Taf. 20, Fig. 13), mit ganz beschupptem Kopfe, und die größere Kreuzotter oder Kupferotter (Pelias berus, Fig. 11), mit beschildetem Kopfe (Kopf der Otter, Pelias berus, Fig. 12), bis nach Schweden hinaufgehend. Beide besonders gern an sonnigen Rainen und Waldlichtungen, nicht im Sumpfe, da wo Erdbeeren und Himbeeren wachsen. Gebären lebendige Junge, nähren sich von Mäusen, kleinen Vögeln; erwarten die Wirkung des Bisses, der in heißen Tagen selbst lebensgefährlich wird. Hierher auch die Hornviper (Kopf der Hornviper, Cerastes aegyptiacus, Fig. 14) der Wüste, mit sonderbaren Auswüchsen über den Augen (Teufelshörner).

Familie der Grubenottern (Crotalida). Zwischen Auge und Nase eine blinde Grube in der Haut des Oberkiefers. Furchtbar durch ihre Größe. Hierher die Klapperschlangen (Crotalus), die Schwanzspitze in einer Hornscheide, welche beim Abstreifen der Haut hängen bleibt und so die Klapper bildet. In den Vereinigten Staaten. Träge. Ferner die Lanzenschlangen (Trigonocephalus) auf den Antillen, noch gefährlicher, weil sie zornig und sehr beweglich sind. Dem berüchtigten Fer-de-lance (Bothrops lanceolatus), dem sogar ein Reiter zu Pferde nur schwer entrinnen soll, fallen auf Martinique zahlreiche Opfer. In Brasilien die Surucucu (Lachesis) ohne Klapper, aber sonst den Klapperschlangen ähnlich, bis 4 Meter lang.

Niedere Wirbelthiere.

(Anamniota oder Anallantoidea).

Bei dem Embryo weder Schafhaut (Amnios), noch Hornhaut (Allantois), noch Kopfbeuge. Alle athmen entweder zeitlebens oder zu einer gewissen Zeit in ihrer Jugend durch Kiemen. Alle haben einen Bulbus arteriosus am Herzen. Die Rippen vereinigen sich niemals in einem Brustbeine.

Die der Entwickelungsgeschichte entnommenen Charaktere sind so scharf und durchgreifend, daß sie keine weitere Discussion zulassen. Die meisten athmen nur durch Kiemen, sind also Wasserthiere; nur bei der höchsten Klasse, den Lurchen, treten Lungen ganz allgemein auf, erst neben den Kiemen, sodaß die Thiere bald durch die Kiemen, bald durch die Lungen athmen können und schließlich bei den ausgewachsenen Thieren die Kiemen ganz verdrängen, die dann nur bei den Jungen (Larven) thätig sind. Innerhalb der Hauptklasse lassen sich wieder zwei große Gruppen unterscheiden: bei der einen, die sich hierin den höhern Wirbelthieren anschließt und die Lurche und Fische umfaßt, existirt ein doppeltes, bald nach hinten geschlossenes, bald in die Mundhöhle geöffnetes Nasenrohr, ein ausgebildetes Kieferskelet mit an dem Schädel befestigtem Oberkieferapparat und freibeweglichem Unterkiefer; ebenso besitzt diese höhere Gruppe paarige Gliedmaßen, eine Milz, eine Bauchspeicheldrüse und ein sympathisches Nervensystem. Die niedere Gruppe (Rundmäuler und Lanzettfischchen) haben entweder nur ein einfaches Nasenrohr oder gar keins, und alle übrigen Bildungen fehlen ihnen durchaus. Bei dem Lanzettfischchen fehlt sogar ein eigentlicher Kopf mit Schädel und Gehirn und ein Centralherz, sodaß wir hier den Wirbelthierplan so reduc
blicken.

Gruppe der niedern Wirbelthiere mit
und Kiefern.

Klasse der Lurche (Amp
(Tafel 21).

Lungen- und Kiemenathmu
ständig oder vorübergehend (
Doppelte, durchgehende, in
geöffnete Nasenlöcher. Einfa
Doppelter Gelenkhöcker am
bein. Haut nackt, nur selt
Schuppen. Vollständige Dot

Die Körperform der Thiere,
kleinen Klasse gehören, wechselt a
einerseits gänzlicher Mangel an Gli
rudimentäre Entwickelung derselbe
Wurmform, andererseits breite a
gestalt, welche sich der Scheibenfor
entwickelten Gehwerkzeugen vorhan
auf dem Lande lebenden gliedmaße
gleicht der ganze Körper, der nur
schwanzlos ist, vollkommen einem
rend bei den im Wasser lebende
langstreckiger Körperform doch ein
gedrückter Schwanz, oft mit einer s
als Schwimmflosse versehen, die
vermittelt. Hierzu gesellen sich n
Füße in allen Stufen der Ausb
durchaus unfähig, den Körper zu t
kleinen rudimentären Zehen in ger
rüstet. Zuweilen sind nur die Vor
die als unbedeutende Stummelchen
in andern Fällen nur die Hinterfü
die Füße entwickeln, desto mehr schi
zusammen und plattet sich zuglei
froschartigen Thieren schwindet der
wachsenen Alter vollständig, sodaß
davon vorhanden ist und der Afte
wie bei den Blindwühlen, an dem
breiten, scheibenförmigen Körpers bef
füße bekommen bei diesen Thieren ein
gewicht über die kleinen, kurzen, stä
wärts gedrehten Vorderfüße, die g
Zehen haben, während die hintern
besitzen. Die Bewegung auf dem
meistens nur sprungweise, indem die
schenkel den Körper oft auf ziemlich b
hin durch plötzliche Spannung fortsc

Die Hautbedeckung der Amph
sehr verschiedener Weise ausgebildet.
und Molchen ist die Haut glatt,
meist sackartig weit, aus elastischen
webt und ziemlich dünn, sodaß bei
an dem Körper anliegt, die Musk
durchschimmern. Eine farblose, aus
bildete Oberhaut deckt diese Lederhau
verschiedene Pigmente von grüner, bl
brauner Farbe abgelagert sind. Die
Athemorgan und kann durch ihre T
der Kiemen und Lungen oft ganz ers
dieser nackten, froschartigen Thiere fin
Drüsenbälge in der Haut, welche ei
wöhnlich mehr oder minder nach Kno
Milchsaft absondern, der stark saue
der That beim Einbringen in Wunde
giftige Eigenschaften entwickelt. Gew
Drüsen, wie z. B. bei Kröten und S
den ganzen Körper zerstreut, oft ab

Anhäufungen zu beiden Seiten des Halses an-
t, welche man dann Ohrdrüsen oder Paro-
genannt hat. Wenn indeß die meisten Am-
wirklich als nackt bezeichnet werden können,
doch in einzelnen Familien besondere Schuppen-
cht, welche denen der Knochenfische sich am
chließen. In der That besitzen die Blind-
ine Hornschüppchen, welche sowol die
en Linien, als auch die Fächerfurchen
öhnlichen Fischschuppen zeigen und in den
ten der übrigens schleimigen Haut versteckt

sbildung des Skelets zeigt sich auf niederer
Bei den Schleichenlurchen sowie bei den
lchen finden sich Wirbel, welche in ihrer
h von Fischwirbeln nicht unterscheiden lassen
so wie diese Höhlungen in Doppelkegelform
, in welchen die Ueberreste der Wirbelsaite als
artige Massen eingeschlossen liegen. Bei den
chen Molchen finden sich vollständig ausge-
Wirbel vor, welche vorn einen rundlichen Ge-
, hinten eine Pfanne tragen, wodurch die ver-
n Wirbel miteinander eingelenkt sind. Bei
esen Amphibien mit langgestrecktem Körper ist
Zahl der Wirbel sehr bedeutend, während
froschartigen Thieren nur sehr wenige Rücken-
(sieben bis neun) vorkommen, dagegen ein
Kreuzbein vorhanden ist, das aus der Ver-
ung mehrerer Wirbel entstanden scheint und
em langen, säbelförmigen Knochen in Ver-
g steht, der die Wirbelsäule bis zum After
t. Die Querfortsätze der Wirbel sind bei allen
bien wohl ausgebildet, zuweilen ungemein lang
etzen auf diese Weise die Rippen, welche nur
en ganz ausgebildet und zuweilen nur durch
eine Knorpelanhänge vertreten sind. Auch hin-
der Bildung des Kopfskelets zeigen sich
ene Stufen in der Reihe der Amphibien, die
entlich auf das allmähliche Verschwinden der
lichen Knorpelgebilde beziehen.
stes charakteristisches Kennzeichen für die
e im Gegensatze zu den Reptilien stellt sich
ildung zweier seitlicher Gelenkköpfe an dem
te dar, die von den stets verknöcherten seit-
terhauptsbeinen hergestellt werden und in
fungen des ersten ringförmigen Halswirbels
Ein zweites Kennzeichen ist die Ausbildung
chernen Deckplatte, die sich wie bei den Fischen
untere Fläche des ursprünglich knorpeligen
s auflegt und sich als besonderes Stück erhält,
ßterer, wie häufig, zum Theil knorpelig bleibt
i der Verknöcherung mit dem Schädel verwächst.
ieser nicht nur, sondern auch die Gaumenbeine
ufig mit einfachen, meist hakigen, wurzellosen
besetzt, die indessen auch ganz fehlen können.
terkiefer selbst ist stets in der Mitte verwachsen
einem Tragebogen aufgehängt, welcher niemals
dig verknöchert und aus dem Quadratbeine
dem Trommelbeine besteht. Das stabförmige
engebilde, welches auf diese Weise zusammen-
wird, ist fest mit dem Schädel verbunden und
nlich schief nach hinten gerichtet, sodaß die Mund-
oft ziemlich weit hinter den Schädel sich er-
dt und der Rachen einer großen Erweiterung
ig ist.
Die hinter dem Unterkieferbogen liegenden Hart-
bilde, welche der Zunge und dem Kiemengerüste an-
ören, stellen sich äußerst verschieden dar, je nachdem
e Kiemen noch vorhanden oder Lungen ausgebildet
nd. Bei den mit Kiemen versehenen finden sich Kiemenbogen ähnlich denjenigen der Fische; bei den Fröschen und Kröten sind dieselben in das Zungenbein und benachbarte Gebilde übergegangen.

Die Extremitäten bestehen, insofern sie vorhanden sind, stets aus dem Schulter- oder Beckengürtel und den eigentlichen Extremitäten, nur den Blindwühlen fehlen dieselben gänzlich, während bei manchen Kiemenmolchen nur Vorderfüße vorhanden sind und die Hinterfüße gänzlich fehlen. Bei den Molchen ist der Schultergürtel stets nur theilweise verknöchert und besteht aus einem Schulterblatte, einem breiten Schlüsselbeine und dahinterliegendem Rabenbeine, zwischen welche sich oft noch ein unpaares Brustbein einschiebt. Bei den Fröschen wird ein breiter Brustkorb von dem Schultergürtel gebildet, der aus vielen Stücken besteht, welche oft nur theilweise verknöchern und in ihrer Deutung manche Schwierigkeiten machen. Der Vorderfuß selbst besteht immer aus einem einfachen Oberarme, zwei zuweilen verschmolzenen Vorderarmknochen, einer oft knorpelig bleibenden Handwurzel und aus Zehen, deren Zahl meist vier, selten drei beträgt. Der Beckengürtel ist bei den Molchen nur unbedeutend und die Kreuzbeinwirbel kaum in ihrer Structur von den übrigen Wirbeln verschieden. Das Becken bleibt bei diesen Thieren außerdem meist knorpelig und besteht nur aus zwei Darmbeinen, welche durch einen Mittelknochen miteinander verbunden sind. Um so ausgezeichneter ist die Bildung des Beckens bei den Fröschen, wo dasselbe den starken Sprungbeinen als Stützpunkt und ihren Muskeln zum Ansatze dienen muß. Die langen, stabförmigen Darmbeine sind an die breiten Grifffortsätze des schwertförmigen Kreuzbeins geheftet und krümmen sich nach hinten gegen den After zusammen, wo sie mit dem Säbelknochen des Kreuzbeins und den Sitzbeinen sich verbinden, während zugleich noch die Schambeine diese Verbindung vervollständigen und alle drei Knochen die Gelenkpfanne für den langen und starken Oberschenkelknochen bilden. Die Zusammensetzung der Fußknochen ist dieselbe wie an der vordern Extremität, obgleich größerer Wechsel vorkommt, indem bei einigen Kiemenmolchen nur zwei, drei oder vier, bei den eigentlichen Molchen und den Fröschen aber stets fünf Zehen an den Hinterfüßen sich vorfinden, von welchen die vierte gewöhnlich die längste ist. Nur bei sehr wenigen Gattungen kommen kleine, hufartige Nägel vor, in welchen die Zehenenden wie in einem Fingerhute stecken. Bei weitem bei der großen Mehrzahl der Lurche sind die Zehen vollkommen nackt, dagegen sehr häufig durch Schwimmhäute miteinander verbunden und oft auf der Unterseite mit Haftorganen versehen. Die Muskeln folgen der Anordnung des Skelets, bei den Molchen mit rudimentären Beinen sind die Rumpfmuskeln, ähnlich wie bei den Fischen, mit Wirbelringen angeordnet.

Das Gehirn ist an Masse klein, langgestreckt, flach, die einzelnen Knoten hintereinandergereiht; das verlängerte Mark ist breit, von oben her kahnförmig ausgehöhlt, und das kleine Gehirn nur durch eine schmale Querbrücke vertreten. Vor dem kleinen Gehirn liegen die Vierhügel, gewöhnlich aus zwei durch eine Längsfurche getrennten Anschwellungen bestehend und innerlich ausgehöhlt, von hinten her die Zirbeldrüse umfassend. Vor dieser liegen die paarigen Anschwellungen des Vorderhirns, die innerlich hohl sind, gewöhnlich die größte Masse des Gehirns ausmachen und meist unmittelbar in die Riechnerven sich fortsetzen. Von den Gehirnnerven sind öfters die Augenmuskelnerven mit dem fünften Paare mehr oder minder innig verschmolzen, ebenso der Zungenschlundkopfnerv gänzlich in den herumschweifenden Nerven übergegangen,

während der Zungenfleischnerv gewöhnlich aus den ersten Halsnerven hervorgeht, wodurch die Zahl der Hirnnerven zuweilen um ein Bedeutendes verringert wird.

Die drei hauptsächlichen Sinnesorgane fehlen keinem einzigen Amphibium, wenngleich die Augen bei einigen ziemlich rudimentär sind. Die Nasenhöhlen sind stets doppelt, durch eine Scheidewand voneinander getrennt und unter allen Umständen doppelt in die Mundhöhle geöffnet, sodaß sich stets an dem Gaumengewölbe, bald mehr nach vorn, unmittelbar hinter den Lippen, bald weiter nach hinten hin, die beiden innern Nasenöffnungen zeigen. Die Existenz solcher durchgehender Nasenöffnungen ist eng verbunden mit dem Vorhandensein echter Lungen. Bei den Kiemenlurchen durchbohren diese Nasenöffnungen freilich nur die Lippe und öffnen sich nach innen von den Zahnbogen des Gaumens, während sie bei den froschartigen Thieren mehr nach innen und hinten stehen, durch die Knochen des Gaumens durchtreten und eine bedeutende Weite besitzen. Bei den meisten Lurchen ist die Nasenhöhle sehr einfach und ihr Eingang klappenartig verschließbar. Die Augen sind zuweilen nur ganz rudimentär und, wie bei dem Olm (Proteus anguinus), unter der Haut versteckt, die nicht einmal über ihnen durchsichtig wird, während bei den übrigen Kiemenmolchen zwar die Augenlider fehlen, dagegen die Haut da, wo sie über den Apfel weggeht, eine glasartige Durchsichtigkeit erhält. Bei den froschartigen Thieren ist der gewöhnlich große Augapfel sehr beweglich und kann namentlich durch einen trichterförmigen Muskel tief in die Mundhöhle zurückgezogen werden. Er wird hier gewöhnlich von zwei Augenlidern bedeckt, einem harten, wenig beweglichen obern und einem großen untern Augenlide, das dünn und durchsichtig ist. Am innern Augenwinkel zeigt sich noch die Nickhaut als einfache, kleine, unbewegliche Hautfalte. Auch die Fortbildung des Gehörorgans thut innerhalb der Klasse einen bedeutenden Schritt vorwärts, indem bei den meisten geschwänzten Amphibien ein mittleres Ohr fehlt und nur das Labyrinth vorhanden ist, während fast bei allen froschartigen Thieren eine Paukenhöhle mit Trommelfell und kurzer Eustachischer Trompete vorkommt, welche sich mit weiter Mündung in den hintern Theil des Rachens öffnet. Das Labyrinth selbst besteht aus drei halbcirkelförmigen Kanälen und einem Sacke, der mit mikroskopischen Kalkkrystallen erfüllt ist. Seine theils knorpelige, theils von dem Felsenbein gebildete knöcherne Umhüllung zeigt eine ovale Oeffnung, welche bald durch einen Deckel, bald durch eine dünne Haut verschlossen und bei fehlender Trommelhöhle von Muskeln und Haut bedeckt wird. Bei ausgebildeter Trommelhöhle sieht man auf der Außenfläche des Kopfes gewöhnlich fast unmittelbar hinter dem Auge das runde Trommelfell, welches in einem kreisförmigen Ringe ausgespannt ist und an der innern Fläche mit drei Gehörknöchelchen in Verbindung steht. Die Wände der Trommelhöhle sind gewöhnlich knorpelig, nur bei wenigen knöchern und bei den letztern auch die Kette der Gehörknöchelchen bis zu dem ovalen Fenster des Labyrinthes fortgesetzt.

Die Mundhöhle, welche den Anfang des Verdauungs- und Luftwegs bildet, ist gewöhnlich ungemein weit und tief gespalten und meist mit Zähnen bewaffnet, die in den Zwischenkiefer und Oberkiefer, in den Gaumenbeinen und in dem Unterkiefer stehen. Hinsichtlich der Bezahnung selbst finden sich vielfache Verschiedenheiten. Einige Lurche, wie viele Kröten, sind vollkommen zahnlos, andern, wie den meisten Fröschen, gehen die Zähne im Unterkiefer ab, während die Oberkiefer eine Zahnreihe und
einen kleinen Haufen zeigen. Bei der
sind zwei vollkommene obere Zahnbo
den Oberkiefern, der andere von d
getragen, hergestellt, zwischen welch
bogen eingreift. Gewöhnlich sind
einfache, spitze, nach hinten gekrümm
facher Zahnhöhle und ohne weitere
äußern Gestalt oder des innern Ba
fehlt nur bei einer eigenthümlichen
artigen Thiere, ist aber bei allen
und in ihrer Form oft äußerst ch
ist gewöhnlich sehr breit und füllt
zwischen den beiden Unterkieferästen
Molchen ist diese Zunge gänzlich a
Mundhöhle festgeheftet, bei den a
oder minder frei, und zwar in der
wie bei den Säugethieren und d
Zunge hinten angewachsen, mit ihr
ist, sondern im Gegentheil sie v
hinterer Rand dagegen frei ist u
eine Klappe aus dem Munde heraus
kann, welche Art der Bewegung name
der Insekten äußerst förderlich schei
die Zunge sogar ganz frei auf alle
Scheibe nur durch einen untern S
der Mundhöhle befestigt, sodaß sie
nicht unähnlich sieht. Der Darml
Rachenhöhle nach hinten fortsetzt,
kurz, wenig gewunden, der Schlun
Magen einfach, längsgefaltet, sehr
Afterdarm zuweilen blasenartig aufge
ist groß, meist in zwei Lappen get
blase allgemein vorhanden, Bauchspei
überall ausgebildet.

Hinsichtlich der Athemorgane ste
als das unverkennbare Uebergangs
Kiemenathmung der Fische und der
übrigen Wirbelthiere dar, indem zw
nahme Lungen besitzen, zu welchen a
wirklich athmende Kiemen treten, di
lurchen das ganze Leben über nebe
stehen bleiben. Bei diesen letztern
zwei, bald drei, bald auch vier äuß
welche eine baumförmige oder fed
haben und aus ästigen Fäden besteh
lebhafte Blutcirculation stattfindet.
Kiemenbüscheln sind Kiemenspalten
zwischen den Kiemenbogen durch in d
und die bei den Larven stets ausg
bei den Aalmolchen trotz des Verschw
während des ganzen Lebens bleiben.
von der Haut des Halses bedeckt,
äußere Kiemenspalte führt, finden sich
und zwar gewöhnlich auf drei Kieme
Die Lungen bestehen aus rundliche
lichen Säcken, welche in der Bauch
wöhnlich mit Ausnahme der Blindw
sind und nur selten inwendig voll
scheinen. Bei den meisten Lurchen
einen zelligen Bau, indem auf der in
oder minder hohle Falten der Schleim
welche vieleckige Räume und Zellen
Fläche sich erst die Lungengefäße v
vorn gehen diese Lungen nur selte
Luftröhren über; meistens öffnen sie
in die sogenannte Stimmlade, einer
Sack, welcher durch verschieden geform
gestützt wird und durch eine bald e
Längsspalte hinter der Zungenwurze

öffnet. Die froschartigen Thiere haben eine sehr tönende Stimme, deren Schall oft besonders bei den Männchen, durch seitliche sogenannte Kehlblasen, verstärkt wird, die wie Kröpfe beim Schreien hervorgetrieben werden.

Das Herz der Lurche besteht immer aus zwei dünnwandigen Vorkammern und einer einfachen dickwandigen Kammer, welche das Blut in die Arterien treibt. Bei den Fischen ist die auch sonst nur sehr zarthäutige Scheidewand der Vorkammer nicht vollständig, zuweilen netzförmig durchbrochen, sodaß zwischen beiden Herzhälften eine Mischung des Blutes stattfinden kann. Die Kammer liegt vor der Leber, bald weiter nach vorn gegen die Kehle, bald mehr nach hinten, und die Kammer setzt sich nach vorn in einen Arterienstiel fort, welcher einen muskelichen Muskelbeleg hat und selbständige Pulsationen zeigt. Aus diesem Arterienstiele treten nach Art der bei den Kiemenlurchen die verschiedenen Arterien, welche sich an den Kiemenbüscheln verästeln und dann in ähnlicher Weise, wie bei den Fischen die Aorta zusammensetzen. Von den Kiemenbogen gehen Aeste nach den Lungen, und nach und nach schwinden mit der Ausbildung der Lungen die Kiemenbogen mehr und mehr, indem sich die Lungenarterien mehr ausbilden, die vordern Kiemenbogen aber zu den Arterien des Kopfes sich umwandeln. Das Pfortadersystem der Leber ist bei allen Lurchen ein Nierenpfortadersystem entwickelt in ähnlicher Weise, wie dies bei den Fischen der Fall ist, welchen der Hauptunterschied, den das Gefäßsystem darbietet, in der Scheidewand der Vorkammer begründet besteht.

Die Nieren liegen stets außerhalb des Bauchfells an den Seiten der Wirbelsäule und zeigen meist deutliche Gefäßknäuel, welche in die Nierenkanälchen eingesenkt sind. Diese bilden ein Geflecht und verbinden sich in die Harnleiter, welche auf der innern Seite der Nieren verlaufen und bei den Männchen zugleich als Samenleiter dienen; sie öffnen sich mit warzenförmigen Vorsprüngen in die hintere Wand des blasenförmig ausgetriebenen Afterdarms gegenüber einer weiten, dünnhäutigen Harnblase, die eine vollkommen klare, wässerige Flüssigkeit enthält. Die Geschlechtstheile sind einfach gebildet. Hoden und Eierstöcke liegen an der Rückenwand der Bauchhöhle, meist auf der innern Seite der Nieren, und sind gewöhnlich von ziemlich gleicher Gestalt. Die Hoden bestehen aus vielen Samenröhren, zerfallen zuweilen in einzelne Abtheilungen und gehen in sehr feine Samenkanälchen über, welche durch eine Falte des Bauchfells nach hinübergeleitet werden, in dieser sich netzförmig verzweigen und dann in den Harnleiter übergehen, an dem meistens noch sich röhrenförmige Seitenanhängungen, Rudimente von Samenbläschen, befinden. Die Eierstöcke sind traubenförmig und vollkommen abgeschlossen. Bei den Schwanzlurchen bilden sie einen Sack mit einer einzigen Oeffnung, durch welche die reifen Eier in die Bauchhöhle fallen, während bei den ungeschwänzten Thieren jedes reife Ei für sich seine Hülle durchbricht. Die Eileiter sind stets vollkommen von den Eierstöcken getrennt, sehr lang, darmartig, vielfach gewunden und mit einem weiten Trichter, der das Ei gleichsam einschluckt, in die Bauchhöhle geöffnet. Sie öffnen sich ebenfalls in die Kloake und bilden unmittelbar vor dieser Oeffnung eine uterusartige Erweiterung, in welcher sich auch bei den Salamandern die Jungen entwickeln. Der After, welcher bei den geschwänzten Lurchen eine Längsspalte, bei den übrigen ein rundliches Loch darstellt, dient somit regelmäßig zur Ausführung der Excremente, des Harnes und der Geschlechtsproducte. Eigentliche Begattungsorgane existiren nirgends, obgleich eine wahre Begattung und Befruchtung der Eier im Leibe der Mutter bei den lebendig gebärenden Erdsalamandern vorkommt, während bei allen übrigen die Eier von dem Männchen erst in dem Augenblicke befruchtet werden, wo sie den Leib der Mutter verlassen. Diese Befruchtung geschieht stets im Wasser, und der in Klumpen oder Schnüren abgesetzte Laich wird bei den meisten Gattungen einfach den Elementen zur Bebrütung überlassen. Nur bei einigen Arten hat man bisjetzt eine geringe Fürsorge für die Jungen entdeckt. Bei der in unsern Gegenden vorkommenden Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans, Taf. 21, Fig. 5) wickelt sich das Männchen die befruchtete Eierschnur in achterförmigen Touren um die Schenkel und gräbt sich damit in die feuchte Erde ein, wo es bis zur vollständigen Entwickelung der Larven verbleibt; bei der in Südamerika vorkommenden Pipa (Fig. 9) streicht das Männchen die Eier in Hautzellen auf dem Rücken des Weibchens, in welchen die Larven bis zur vollständigen Ausbildung der Gliedmaßen und dem Verluste des Schwanzes verbleiben, und bei dem Rückenfrosch (Notodelphys) ist gar ein vollständiger, durch einen Längsschlitz nach hinten geöffneter Beutel zu demselben Zwecke angebracht.

Die Entwickelung der Lurche ist bei der Leichtigkeit, womit man sich ihren Laich verschaffen kann, Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen. Die reifen Eier bilden eine kugelförmige Dottermasse, welche bei den meisten eine Ablagerung dunkelgefärbten Pigments in ihrer Rindenschicht zeigt, die besonders um die eine Hälfte so stark ist, daß das Ei hier oft vollkommen schwarz erscheint. Die Dottermasse selbst besteht aus einer dicklichen, eiweißhaltigen, zähen Flüssigkeit, in welcher ungemein viele festere Dotterkörperchen von talgähnlicher Consistenz und meist viereckig abgeplatteter Gestalt sich befinden; eine sehr zarte Dotterhaut umschließt das Ganze. Bei dem Durchtritte durch den langen, gewundenen Eileiter werden die Eier mit gallertartiger Masse umhüllt, die nur bei wenigen Arten fester wird und dann eine elastische Schnur darstellt, bei den meisten dagegen im Wasser ungemein anschwillt und so die gewaltigen Massen und Klumpen von Laich bildet, welche wir im Frühjahre in Teichen und Gräben finden. Bei der Entwickelung spielt diese Gallertmasse keine weitere Rolle, als die einer schützenden Umhüllung, welche stets wie ein Schwamm mit Wasser vollgesogen ist. Sobald die Larve ihren ersten Entwickelungscyklus vollendet hat, so durchbricht sie diese Hülle, indem sie sie zum Theil auffrißt, um dann frei im Wasser zu leben. Die Furchung des Eies ist meist durchaus vollständig, sodaß der ganze Dotter sich in zwei kugelförmige Hälften theilt und diese Theilung sich ebenso durchgreifend fortsetzt, bis die definitive Bildung der Embryonalzellen vorhanden ist. Die Larven selbst sind unter dem Namen der Kaulquappen, Roßnägel oder Mollenköpfe allgemein bekannt und die Aenderungen ihrer Gestalt im allgemeinen so auffallend, daß sie von jeher die allgemeine Aufmerksamkeit erregten. Die erste Entwickelung geht ziemlich rasch vor sich, sodaß schon wenige Tage nach der Befruchtung die ganze Dotterkugel in eine Larve umgewandelt ist, deren platter, niedergedrückter, mit kleinem, endständigem Maule versehener Kopf unmittelbar in den sackförmigen Bauch übergeht, an dem sich hinten ein plattgedrückter Ruderschwanz befindet, der ringsum von einem breiten Hautsaume, von einer senkrechten Flosse umgeben ist. Dieser Schwanz zeigt dieselbe zickzackförmige Anordnung der

Muskelbündel, wie sie auch bei den Fischen vorkommt. An dem Halse sprossen die äußern Kiemen in Gestalt warziger Bäumchen hervor, verschwinden aber bei den Froschlarven bald wieder, indem sie durch innere Kiemen ersetzt werden, während sie bei den Larven der Molche weit längere Zeit hindurch bestehen bleiben. Die weitere Ausbildung der Larve, welche sich nach dem Durchbruch der Gallertsubstanz nur von Pflanzenstoffen, namentlich von Algen und Wasserfäden nährt, ist nun wesentlich auf die Entwickelung des Schwanzes und die allmähliche Verarbeitung des Dotters gerichtet. Der Hautsaum der Schwanzflosse wird sehr hoch, der Körper schlanker, und nach und nach bilden sich die Gliedmaßen, welche anfangs unter der Haut verborgen sind und sich bei den Fröschen und Molchen in umgekehrter Ordnung zeigen, indem bei letztern die Vorderbeine vor den Hinterbeinen, bei erstern die Hinterbeine lange Zeit vor den Vorderbeinen die Haut durchbrechen. Bei den Froschlarven sind die Hinterbeine geraume Zeit allein vorhanden und der Schwanz bleibt auch noch eine Zeit lang nach dem Erscheinen der Vorderfüße das hauptsächlichste Bewegungsorgan; dann aber beginnt die Umwandlung der schwimmenden, pflanzenfressenden Larve zu einem hüpfenden, insektenfressenden Thiere. Die Kiefer waren bisher mit Hornscheiden oder eigenthümlichen Hornzähnen bewaffnet, die jetzt abfallen. Der Schwanz verkümmert nach und nach, vertrocknet und verschwindet endlich gänzlich. Bei einem surinamischen Frosche hingegen, dem Jaki (Pseudes), fällt der stark fleischige, dicke Schwanz erst sehr spät nach dem Erscheinen der Gliedmaßen ab, sodaß die ausgebildete Larve weit voluminöser erscheint, als der daraus hervorgehende Frosch. Die jungen Frösche, denen ein Stummel des Schwanzes noch längere Zeit anhängt, verlassen in Scharen das Wasser, um sich auf dem festen Lande zu verbreiten. Es geschieht zuweilen, daß Schwärme solcher junger Frösche bei heftigen Gewittern von dem Wirbelwinde meilenweit durch die Luft entführt werden, wo dann ihr Niederfall zu den abenteuerlichen Sagen vom Froschregen Veranlassung war.

Die Lurche sind in ihrer Lebensart entweder gänzlich auf das süße Wasser angewiesen oder doch wenigstens während ihrer Larvenzeit darauf beschränkt. Bei der schleimigen Beschaffenheit ihrer Haut, der starken Ausdünstung derselben, ist ihnen auch im ausgebildeten Zustande Feuchtigkeit ein nothwendiges Lebensbedürfniß, sodaß man sie nur in sumpfigen Gegenden, auf nassen Wiesen oder an schattigen, feuchten, dunkeln Orten findet. Ihre Zahl ist in den tropischen Gegenden bedeutender als in den gemäßigten und nimmt nach dem hohen Norden hin mehr und mehr ab, sodaß in der Polarregion gar keine Thiere dieser Klasse mehr vorkommen. Die Larven leben, wie schon bemerkt, nur von Wasserpflanzen, die erwachsenen Thiere dagegen wesentlich nur von Insekten, kleinen Würmern u. s. w. Sie können außerordentlich lange, selbst Jahre hindurch ohne Nahrung existiren, wenn ihnen nur der Zutritt von hinlänglicher Luft und Feuchtigkeit gesichert ist. Hieraus erklärt sich auch das Vorkommen lebender Kröten in verwachsenen Baumlöchern oder fast verschlossenen Steinhöhlen, von denen man freilich übertrieben sagte, daß sie bei dem Absatze der Steinmasse von derselben umschlossen sein müßten. Angestellte Versuche haben nachgewiesen, daß vollkommen eingeschlossene Kröten sehr bald starben, daß sie aber in porösen Massen, wo der Zutritt von Luft und Feuchtigkeit ihnen gesichert war, lange Zeit hindurch existiren konnten. Die bei uns vorkommenden Lurche überwintern in Sümpfen und Gräben, wo sie sich in den Schlamm einsenken und schlafend erwarten. Einige Molche, wie na Krain, kommen nur in unterirdi vor, andere, wie die Schleichen löchern, ähnlich denen der Rege diesen im Verborgenen lebenden nur dürftige Notizen über ihre keine über die Entwickelung.

Wir zerfällen die übrigens in drei Ordnungen: Die Sch die Schwanzlurche (Urodela od Froschlurche (Anura oder Ecaud

Ordnung der Froschlu

Kurzer, schwanzloser, b Füße, convex-concave Wir

Der breite, flache, meist zuge seiner vordern Spitze die Nasen lich durch Hautklappen vollkom und fast senkrecht nach unten dem Bogen des Oberkiefers s sind mit wenigen Ausnahmen u oben auf die Stirnfläche gest ihre Höhlen zurückziehbar, m und einem sehr großen unte welches sich fast über den ga ziehen kann. Hinter den Aug das große, runde Paukenfell, w ist und in die weite Paukenhöh kurzen, sehr deutlichen Trompete selten nur in der Mitte des Ra Der Rachen selbst ist ungemei Oberkiefer gewöhnlich, Unterki dagegen nur selten mit kleine waffnet. Oeffnet man den R dem Gaumengewölbe vorn die weiter nach hinten die in die den Augäpfel und ganz hint Ohrtrompeten, während der w Unterkieferästen gewöhnlich von Zunge ausgefüllt wird. Diese ganz, ist aber gewöhnlich nicht an ihrem hintern Theile, sond in dem Winkel des Unterkiefers hintern Rande frei, sodaß sie n werden kann. Die Haut ist vielen Arten mit warzigen W Drüsen besetzt, die oft eine Flüssigkeit absondern. Die kurzen, meist aber stämmigen freie Zehen von ziemlich gleich massiven und langen Hinte Zehen besitzen, von denen mei der auf gleiche Linie gestellte ist. Gewöhnlich sind die Zeh weder in ihrer ganzen Länge durch Schwimmhäute miteinan kommen nur äußerst selten vor Zehen frei, oft dagegen finde fläche sowol, wie an der In sondere Ballen und Warzen, d chen bei der Begattung zum dann sich nur periodisch bei entwickeln, oder auch permane vorhanden sind und dann Kletterns dienen. Die auffa keiten des Skelets (Skelet des F bestehen in der außerordentlic säule, die meist nur acht aus auf welche dann als Kreuzbein

lgt, an den zu beiden Seiten sich die stab-
Beckenknochen anlehnen, sowie in dem gänz-
ngel aller Rippen oder rippenartigen Ge-
lche die Bauchwandungen stützen können,
e in ihrer Ausdehnung außerordentlich wech-
t. Die meisten Froschlurche haben sehr große,
, netzartige Lungen, eine wohlgebildete, weite
e und eine lautschallende Stimme, deren
noch durch besondere Resonanzhöhlen und
verstärkt wird.

wachsenen Zustande fehlt allen Froschlurchen
anz durchaus, während sie, wie wir schon
ben, im jugendlichen Zustande stets einen
itzen und bei manchen Gattungen dieser
ur sehr spät und lange nach vollständiger
ng der Beine abfällt, sodaß zuweilen selbst
bildete Larve eine bedeutendere Körpermasse
s das erwachsene schwanzlose Thier. Viele
zeitlebens im süßen Wasser, namentlich in
auf, andere suchen das Wasser nur zur
ngszeit, um ihre Eier und die daraus ent-
Larven diesem Elemente anzuvertrauen, halten
sonst auf ebener Erde, an feuchten Orten
andere endlich verfolgen ihre Beute, die
Insekten und ähnlichen kleinen Thieren be-
Gebüschen und in schattigen Wäldern.

der Laubfrösche (Hylida). Die Unter-
Zehen mit oft sehr breiten Haftscheiben be-
rch sie sich an senkrechten Wänden festhalten
Zehen vorn ganz frei, hinten mit halber
haut, oft sehr lang. Körper glatt, Beine
und schlank, Oberkiefer bezahnt, Unterkiefer
In südlichen Gegenden ungemein stark ver-
s uns nur durch den grünen Laubfrosch
orea, Taf. 21, Fig. 2), der im Wasser laicht,
me übernachtet und als Wetterprophet gilt.
röfche jagen auf Büschen und in Wäldern
en. Unerträgliche Schreier, meist mit großen

x Frösche (Ranida). Körper gedrungener,
, keine Haftscheiben, aber ganze Schwimm-
n hintern Zehen, sonst wie die vorigen.
er Grasfrosch (Rana temporaria,
auf sumpfigen Wiesen, sucht nur zur Laich-
Wasser auf; der grüne Wasserfrosch (Rana
lebt vorzugsweise im Wasser. Beide haschen
im Sprunge. Hierher auch der Hornfrosch
Buchstabenkröte aus Brasilien, mit sonder-
swüchsen über den Augen (Buchstaben-
eratophrys Bojei, Fig. 8).

e der Unken (Bombinatores). Haut warzig
ig, wie bei den Kröten, dagegen der Ober-
ahnt, wie bei den Fröschen. Leben meist in
im Mergel oder Schlamm, und suchen nur in
eit das Wasser auf. Hierher die Geburts-
röte (Alyles obstetricans, Fig. 5), an tho-
nd sandigen Rainen. Das Männchen wickelt
Schnüre um die Hinterfüße und vergräbt sich
n Mergel, bis die Kiemen der Jungen ver-
n sind. Hierher auch die Unke (Bombinator
Fig. 6), oben grau, unten blau und gelb
in Tümpeln, bekannt durch ihre glockenähn-
timme.

lie der Kröten (Bufonida). Körper plump,
urz, kaum zum Springen geeignet, Haut warzig,
eier zahnlos. Nächtliche Thiere, die besonders
ertilgung von Landschnecken sehr nützlich werden,
ten und Gängen leben und das Wasser nur zum
n ihres in Schnüren geordneten Laichs auf-
Die Hautabsonderung ist giftig. Außer der gemeinen Kröte (Bufo vulgaris, Fig. 7), die faustgroß wird und graubraun ist, haben wir noch die kleinere grüne (Bufo viridis) und die Kreuzkröte (Bufo calamita).

Die Familie der zungenlosen Froschlurche (Aglossa) zeigt einen dreieckigen, flachen, niedergedrückten Kopf mit verhältnißmäßig kleinen rundlichen Augen, breiten, krötenartigen Körper, sehr kräftige Hinterfüße mit fünf Zehen, welche in ihrer ganzen Länge durch eine Schwimmhaut verbunden und von denen die drei vordern bei der Capkröte (Dactylethra) mit hufartigen Klauen am Ende versehen sind. Das Paukenfell ist gänzlich versteckt, die Zunge fehlt durchaus, die eustachischen Trompeten münden im Grunde des Rachens in einer einzigen mittlern Oeffnung aus. Die Bezahnung ist bei beiden Gattungen, welche diese Familie zusammensetzen, verschieden, indem bei der Capkröte der Oberkiefer kleine, spitze Zähnchen, wie bei den Fröschen, trägt, während bei der surinamischen Kröte oder Pipa (Asterodactylus Pipa, Fig. 9), beide Kiefer vollkommen zahnlos sind. Letztere ist zudem von langer Zeit her durch ihre eigenthümliche Fortpflanzungsweise bekannt. Die Rückenhaut des Weibchens zeigt nämlich grubenartige Vertiefungen, in welche das Männchen bei der Begattung die befruchteten Eier einstreicht. Mit dem Wachsen der Larven dehnen sich auch diese Hautzellen aus, sodaß die Jungen ihre ganze Entwickelung bis zur vollständigen Ausbildung der Füße und bis zum Verluste des Schwanzes in diesen Zellen durchmachen.

Ordnung der Schwanzlurche (Urodela oder Caudata).

Körper langgestreckt, Beine niedrig, oft unvollkommen entwickelt, zuweilen Kiemen im erwachsenen Zustand. Langer Schwanz während des ganzen Lebens.

Der Körper dieser Thiere ist mehr oder minder langgestreckt, die Extremitäten, wenn solche vorhanden, klein, kurz, weit voneinandergestellt, sodaß sie den Körper kaum zu tragen vermögen, der Schwanz von mittlerer Länge, meist seitlich zusammengedrückt, eine directe Fortsetzung des Rumpfes. Die ganze Gestalt gleicht in vieler Beziehung derjenigen der Eidechsen, sodaß man auch früher die Molche in der That zu den Eidechsen zählte, bis eine genauere Bekanntschaft mit ihrer innern Organisation ihnen die richtige Stelle anwies. Der Kopf dieser Thiere ist stets sehr niedergedrückt, breit, vorn mehr oder minder abgerundet, die Nasenlöcher an der Spitze der Schnauze befindlich, sehr klein und unmittelbar durchgehend, sodaß die innern Nasenöffnungen sich vorn in dem Rachen unmittelbar hinter oder selbst vor der Reihe der Kieferzähne befinden. Die Augen sind sehr verschieden entwickelt, bald sehr klein, rudimentär und gänzlich von der undurchsichtigen Haut überzogen, in andern Fällen größer, deutlich, aber durchaus ohne Augenlider, in die durchsichtige Haut eingesenkt: bei den noch höher entwickelten Familien halbkugelförmig vortretend, zurückziehbar wie bei den Fröschen und mit vollständigen Augenlidern versehen. Eine äußere Ohröffnung fehlt stets und an dem innern Ohr existirt keine Paukenhöhle, sondern nur das Labyrinth mit seinen verschiedenen Bildungen. Hinsichtlich der Entwickelung der Füße beobachtet man bei den ausgebildeten Gattungen alle Stadien, welche sich bei den Larven der höchststehenden Familie, der Salamander, zeigen. So wie aus dem langgestreckten, fischähnlichen Körper der letztern zuerst die Vorderbeine hervorbrechen in Gestalt kleiner unbedeutender An-

hängsel mit kaum getrennten unförmlichen Zehen, wie dann nach einiger Zeit die Hinterfüße hervorkommen, ebenfalls anfangs in rudimentärer Ausbildung, so sehen wir auch hier in aufsteigender Linie Gattungen mit zwei Vorderfüßchen, die nicht einmal die Größe eines Kiemenbüschels erreichen und nur drei unförmliche Zehen haben, andere mit ebenso rudimentären Hinterfüßen, und können so eine stete Stufenfolge bis zur Ausbildung zweier fast gleicher Fußpaare mit wohlentwickelten Zehen, die in seltenen Fällen Nägel tragen, verfolgen. Hinsichtlich des Schwanzes zeigen sich ähnliche Entwickelungsstufen; anfangs erscheint er breit, plattgedrückt, mit seitlichen, in Zickzack angelegten Muskelstreifen, wie derjenige eines Fisches mit häutiger Flosse gesäumt, später mehr abgerundet ohne Flossensaum mit trichterförmig ineinandersteckenden runden Muskeln besetzt. Denselben Gang der Ausbildung zeigen die Athemorgane; bei den niedersten Formen stehen Kiemen und Lungen in gleicher Bedeutung für die Athmung da, ja die erstern überwiegen bedeutend; wie bei den Froschlarven, so finden sich hier quastförmige oder baumartig verzweigte Kiemenbüschel, welche mit der äußern Haut zusammenhängen und mit ihrer Wurzel auf den sonst freien Kiemenbögen aufsitzen. In andern Fällen sind zwar äußere Kiemen nicht mehr vorhanden, dagegen existirt eine Kiemenspalte auf jeder Seite des Halses, die zu den freien, durch Spalten getrennten Kiemenbögen führt, welche auf ihrer convexen Seite mit Athemfransen besetzt sind; bei den höhern Familien endlich schließt sich die im spätern Larvenzustand vorhandene Kiemenspalte völlig, die innern Kiemenfransen verschwinden, die Kiemenbogen bilden sich zurück und die großzelligen, sackförmigen Lungen dienen einzig und allein der Athmung. Alle Molche haben in dem Oberkiefer sowol wie in den Gaumenbeinen Zähne, die gewöhnlich zwei vollkommen parallele Bogen bilden, zwischen welche der Zahnbogen des Unterkiefers eingreift; die Zähne selbst sind stets nur einfache spitzige Hakenzähnchen, oft so klein und im Zahnfleisch verborgen, daß man sich von ihrer Anwesenheit eher durch das Gefühl als durch das Gesicht überzeugen kann. Der Raum zwischen den bogenförmigen Unterkieferästen ist von der runden Zunge ausgefüllt, die meist mit ihrem ganzen Grunde festgewachsen und nur an dem Rande frei ist, deren Anheftung aber sich oft sehr verengert, sodaß sie dann die Gestalt eines Hutpilzes hat, der mit einem dünnen Stiele auf dem Grunde der Mundhöhle festsitzt.

Fast alle Molche halten sich zeitlebens im Wasser auf, meistens in seichten, schlammigen Sümpfen, seltener in größern Seen, niemals im Meere; nur die am höchsten ausgebildeten Gattungen leben auf festem Lande, aber auch hier nur an feuchten, schattigen Orten, und verlassen ihre Schlupfwinkel nur nach Regen und starkem Thaue, um ihrer aus Insekten und Würmern bestehenden Nahrung nachzuschleichen. Die größern in Seen und Sümpfen lebenden Arten nähren sich ebenfalls von Insekten und Fischen. Die auf der Erde lebenden sondern einen ätzenden, giftigen Milchsaft aus.

Gruppe der Molche.

Ohne Kiemen und Kiemenlöcher.

Familie der Salamander (Salamandrida). Wirbel convex-concav, Augen mit Lidern; große Ohr- und Seitendrüsen, die Milchsaft absondern; alle Füße wohl ausgebildet, ohne Schwimmhäute, Schwanz lang und rund. Nächtliche Erdthiere, die an feuchten Orten sich verstecken und lebendige Junge gebären. Die Begattung geschieht durch Andrücken der Geschlechtsspalten, innerhalb welcher beim Weibchen [illegible] hälter sich finden. Hierher unser gelb und schwarz [illegible] ter Erdsalamander (Salamandra maculata, [illegible] Fig. 10), der im Wasser 30—40 Larven mit [illegible] Kiemenbüscheln absetzt, während der schwarze [illegible] salamander der Hochregionen nur zwei ausgebildete Junge zur Welt bringt. Hierher gehören [illegible] mexicanischen, gelb gefleckten Erdsalamander [illegible] stoma punctatum, Fig. 16), die bis in [illegible] lichen Vereinigten Staaten verbreitet sind [illegible] Larven zuerst aus dem See von Mexi[illegible] dem Namen Axolotl (Siredon pisciformis, [illegible] bekannt wurden, große grau und schwarz [illegible] fleckte Thiere, die wie Fische gespeist werden, [illegible] Paar äußere Kiemenbüschel besitzen und [illegible] in ihrem Baue Molchlarven gleichen. Von [illegible] unterscheiden sie sich dadurch, daß sie in [illegible] brochenen Generationsfolgen sich durch Eier [illegible] pflanzen, weshalb man sie früher für [illegible] Thiere hielt. Nichtsdestoweniger sind sie [illegible] aber fortpflanzungsfähig in diesem Zustande, [illegible] manche von diesen Larven verlieren die Kiemen[illegible] schließen die Kiemenlöcher und werden Amblys[illegible] (Ambystoma punctatum, Fig. 16). Hierher [illegible] der spanische Rippenmolch (Rippensalam[illegible] Pleurodeles Waltli, Fig. 12), mit seitlich [illegible] den Rippen, und der winzige Brillensalam[illegible] (Salamandrina perspicillata, Fig. 11) aus [illegible]

Familie der Wassermolche (Tritonida). [illegible] vorigen, aber mit seitlich zusammengedrücktem, [illegible] Flosse umsäumtem Ruderschwanze. Leben besonders [illegible] Tümpeln und kleinen Bächen und setzen ihre [illegible] einzeln an Wasserpflanzen ab. Die Larven mit [illegible] Kiemen, die sie auch oft den Winter hindurch [illegible] halten. Bei unserm Flossenmolch (Wassersa[illegible] mander, Triton cristatus, Fig. 13) erhält [illegible] Männchen einen gezackten Kamm auf dem Rücken [illegible] Paarungszeit.

Familie der Riesenmolche (Cryptobranchida) [illegible] breit, platt, Augen sehr klein, kurze Füße mit [illegible] platten Zehen, zusammengedrückter Ruderschwanz. [illegible] Kiemenbogen erhalten aber weder Kiemen, noch Kie[illegible] löcher. Hierher der japanische Riesensalaman[illegible] (Megalobatrachus maximus, Fig. 14), bis [illegible] lang, träges aber tückisches Thier.

Gruppe der Lochmolche (Derotremata).

Ohne Kiemen, aber mit bleibenden Kiemenlöchern am Halse.

Familie der Aalmolche (Amphiumida) mit [illegible] gestrecktem, aalförmigem Körper, drei stummelförmigen [illegible] Zehen an den kleinen, weit auseinanderstehenden [illegible] Füßen. Die abgebildete Art (Aalmolch, Amphiuma tridactylum, Taf. 21, Fig. 17), in den Sümpfen von Carolina, bis 3 Fuß lang.

Familie der Fischmolche (Menopomida). Körper kurz, molchartig, vorn fünf, hinten vier Zehen. Virginien.

Gruppe der Kiemenmolche (Ichthyoidea).

Bleibende Kiemenbüschel.

Familie der Armmolche (Sirenida). Körper aalförmig, keine Hinterfüße, stummelförmige Vorderfüße, drei Kiemenspalten mit Büscheln. Die abgebildete Art (Armmolch, Siren lacertina, Taf. Fig. 19) in Carolina, dreizehig.

Familie der Olme (Proteida). Vier kleine Füße, vorn drei, hinten zwei Zehenstummel. Zwei Kiemenspalten. Die abgebildete Art (Olm, Proteus anguinus, Fig. 18) in den Höhlengewässern von Krain.

Dalmatien, hat rudimentäre, unter der Haut ver-
me Augen, einen sehr langen Körper von Fleisch-
e und eine breite Flosse am Schwanze.

rdnung der Schleichenlurche (Apoda).

örper wurmförmig, ohne Füße und
wanz. Biconcave Fischwirbel.
nthält nur die Familie der Blindwühlen (Coe-
la).

er Körper dieser Thiere, welche man früher zu
Schlangen zählte, hat etwa die Gestalt eines
n Regenwurms, der nach vorn und hinten fast
chmäßig zugestutzt erscheint. Die ganze Haut ist
ßig weich, schleimig, wurmförmig geringelt und
Falten gelegt und in diesen Falten stecken ver-
gen und in besondern Täschchen kleine durchsichtige
ppen, welche durchaus den Schuppen der Fische
ichen und wie diese mit concentrischen Linien besetzt
. Es zeigt sich keine Spur von Gliedmaßen, weder
außen, noch an dem Skelet. Der Kopf ist kegel-
ig, die Schnauze etwas vorgezogen, die mittel-
ige Mundspalte auf der untern Seite dieses Kegels
bracht. Der Schädel hat zwei seitliche Gelenk-
er. Der After befindet sich ganz hinten am Ende
Körpers, etwas auf der Unterfläche, und zeigt
rundliche, gleichförmig zusammengezogene Gestalt;
eigentlicher Schwanz existirt mithin gar nicht.
Nasenlöcher liegen vorn an der Schnauze, hinter
unter ihnen findet sich bei den meisten Gattungen
erseits eine blinde Grube, deren Bedeutung nicht
iter bekannt ist. Die Augen sind bei allen nur
dimentär, bei einigen Arten deutlich sichtbar, bei
dern gänzlich von der darübergespannten Haut ge-
ckt. Oeffnet man das Maul, so sieht man in der
ern Wandung zwei concentrische Reihen starker,
hen, nach hinten gekrümmter Hakenzähne, von wel-
n die äußere Reihe dem Oberkiefer, die innere den
wischenbeinen angehört; der Unterkiefer zeigt nur
ine Reihe; zwischen seinen Aesten liegt die vollkommen
esgewachsene, rundum angeheftete Zunge. Die Lar-
ven haben ein Kiemenloch und äußere Kiemenfransen.
Die Thiere leben wie Regenwürmer in Südamerika
im Boden.

Klasse der Fische (Pisces).

(Tafel 22 bis 24).

Kiemenathmende Kaltblüter mit einfachem Herzen, aus Kammer, Vorkammer und Aortenstiel bestehend, mit paarigen Kiefern und Gliedmaßen, die zu Flossen umgewandelt sind, paarigen Sinnesorganen und unpaaren, in der Mittellinie aufgestellten Flossen. Die Haut meistens mit Schuppen bedeckt. Leben im Wasser.

Die Körpergestalt der Fische ist meist gestreckt, spindelförmig; oft aber auch nach verschiedenen Richtungen hin verändert. Es gibt fast runde oder elliptische Fische; andere wieder sind so sehr von den Seiten her zusammengedrückt, daß der Körper einem Bande oder einer senkrecht gestellten Scheibe gleicht, deren obere Kante von dem Rücken, die untere von dem Bauche gebildet wird. Bei manchen Familien findet gerade das Gegentheil statt, indem, wie z. B. bei den Rochen, der ganze Körper von oben nach unten abgeplattet erscheint und so eine horizontale Scheibe darstellt, deren Kanten von den Rändern der Brustflossen gebildet werden. Die Eintheilung des Körpers in Regionen unterliegt besondern Schwierigkeiten; der Kopf ist niemals von dem Rumpfe durch einen Hals getrennt, sondern im Gegentheile so in einer Flucht mit den Contouren desselben fortgesetzt, daß keine Trennung nachgewiesen werden kann. Bei den meisten Knochenfischen zeigt sich zwar eine solche Trennung äußerlich durch die Kiemenöffnung, welche auch im gemeinen Leben das Ohr der Fische genannt wird; allein da bei diesen die sonst am Halse angebrachten Kiemen unter den Kopf selbst geschoben sind, so ist dieser Spalt vielmehr die Grenze zwischen Hals und Rumpf. Ein Schwanz kommt allen Fischen ohne Ausnahme zu, d. h. eine hintere Fortsetzung des Körpers, welche das wesentlichste Bewegungsorgan bildet und keine Eingeweide mehr birgt; allein auch hier läßt sich die Grenze des Schwanzes meist nur durch die Lage des Afters von außen bestimmen, da der Rumpf ganz allmählich in denselben übergeht und die Stellung der hintern Gliedmaßen seine Grenze durchaus nicht angibt.

Da die Fische lediglich nur zum Aufenthalt im Wasser bestimmt sind, so ist auch ihr ganzer Körperbau, und namentlich die Bewegungsorgane diesem gemäß eingerichtet. Mächtige Muskeln liegen zu beiden Seiten der Wirbelsaite vom Kopfe bis zur Schwanzspitze hin und bilden eigentlich nur zwei Hauptmassen, die indessen meistens noch seitlich so getheilt sind, daß man vier Muskelzüge unterscheiden kann, zwei obere zu beiden Seiten der Dornfortsätze gelegen und den Rücken bildend, und zwei untere unter der Wirbelsäule auf den Rippen und den untern Dornfortsätzen sich hinziehend, welche die Bauchwandungen und die untere Seite des Schwanzes bilden. Diese Hauptmuskelmassen dienen wesentlich nur zur kräftigen Seitwärtsbewegung des Rumpfes und Schwanzes und zeigen eine eigenthümliche Bildung, indem sie gewissermaßen in eine Menge von Ringen zerfallen, welche durch Sehnenblätter voneinander getrennt sind, deren je eines einem Wirbel mit seinen Dornfortsätzen und Rippen entspricht. Diese Sehnenblätter sind der Stellung der Fortsätze gemäß gebogen, sodaß man nach dem Abziehen der Haut auf der Oberfläche parallele Zickzacklinien sieht, welche diesen Sehnenblättern entsprechen und auf einem queren Durchschnitte gewahrt, daß diese Muskelblätter tutenartig ineinanderstecken.

Zur Vergrößerung der Oberfläche, welche der Körper beim Schwimmen bietet, dienen die senkrechten Flossen, welche keinem Fische fehlen und beim Embryo aus einem Hautsaume hervorgehen, der sich um den ganzen hintern Theil des Körpers, vom Anfange des Rückens bis zum After hin erstreckt und zuweilen in seiner ganzen Länge bestehen bleibt (Aale). In den meisten Fällen aber schwindet der Hautsaum an einzelnen Stellen, entwickelt sich dagegen an andern und wird dann meistens durch Strahlen verschiedener Natur (hornig, knöchern u. s. w.) gestützt. Meist geschieht die Trennung so, daß drei Abtheilungen hervortreten; eine, welche den Rücken einnimmt, Rückenflosse (Pinna dorsalis), eine andere, das Ende des Schwanzes behauptende, Schwanzflosse (Pinna caudalis), und eine dritte, die an dem untern Rande, meist unmittelbar hinter dem After angebracht ist und die Afterflosse (Pinna analis) genannt wird. Rücken- und Afterflossen können in mehrfacher Zahl vorkommen, wie denn überhaupt in Gestalt, Bildung, Erstreckung und Vorhandensein dieser Flossen die größte Mannichfaltigkeit herrscht. Es sind diese Flossen stets von Strahlen gestützt, zwischen welchen eine dünne, aber feste Haut ausgespannt werden kann; nur bei einigen Familien findet sich auf dem Rücken eine kleine Flosse, die keine Strahlen besitzt und die Fettflosse (Pinna adiposa) genannt wird. Die Strahlen selbst aber, welche sowol in diesen als in den paarigen Flossen vorhanden sind, zeigen sehr verschiedene Natur. Bei

den Knorpelfischen finden sich hornige, ungegliederte, weiche, biegsame Strahlen in ungemeiner Anzahl, die sich zerfasern und gewöhnlich auf Querreihen cylindrischer Knorpelstückchen aufgesetzt sind, welche meist, besonders an den Brust- und Bauchflossen, die Basis des Theils der Flosse bilden, der die Strahlen zeigt. Außer diesen Strahlen findet man bei den Knorpelfischen noch große Stacheln, höchstens aber nur einen in einer Flosse, die aus Zahnsubstanz bestehen, innen hohl sind und oft auf einem Knorpelzapfen aufsitzen. Bei den Knochenfischen trifft man zwei Arten von Strahlen in den Flossen; in dem einen Falle sind diese Strahlen einfache Knochenstacheln, die spitz zulaufen und an ihrem untern, etwas verdickten Ende die Gelenkfläche tragen, mit der sie auf dem Flossenträger befestigt sind. Meist sind diese Stachelstrahlen hart und spröde, sodaß sie selbst empfindlich verwunden können, und nur bei wenigen Familien erscheinen sie so dünn und zart, daß sie weich und biegsam werden. Sie können sich mit Ausnahme der Schwanzflosse in allen übrigen Flossen finden, bilden aber immer nur die vordere Partie der Flossen und werden stets nach hinten von weichen Strahlen gefolgt. Diese weichen oder gegliederten Strahlen bestehen zwar meist ebenfalls aus Knochensubstanz, sind aber der Quere nach in einzelne Abtheilungen zerlegt und zertheilen sich zugleich der Länge nach dichotomisch, sodaß sie, je länger sie werden, desto mehr sich fächerartig ausbreiten, während sie zugleich dünner und biegsamer werden. Alle diese Strahlen sind auf besondern Knochen eingelenkt, welche in der Mittellinie zwischen den großen Muskelmassen stecken und meistens die Gestalt einer mit der Spitze nach innen gerichteten Dolchklinge zeigen. An diesen Flossenträgern setzen sich kleine Muskeln fest, welche die Strahlen aufrichten und niederlegen, also die zwischen ihnen liegende Flossenhaut spannen und erschlaffen können.

Die paarigen Flossen entsprechen, wie schon bemerkt, den Gliedmaßen der übrigen Wirbelthiere und zeigen als solche eine von den senkrechten Flossen durchaus verschiedene Structur, wenngleich die Bildung ihrer Strahlen mit der bei jenen vorkommenden übereinstimmt; die Brustflosse (Pinna pectoralis) fehlt zuweilen ganz, meistens ist sie vorhanden und steht dann immer unmittelbar hinter den Kiemen am Beginne des Rumpfes; sie besteht ursprünglich aus drei Theilen, aus dem Schultergürtel, welcher eine bogenförmige Gestalt hat und anfangs aus einem einzigen Knorpelstücke besteht, welches bei der Verknöcherung in mehrere Stücke zerfällt, die man als Schulterblatt, Schlüsselbein und Rabenbein unterschieden hat; aus einem mittlern, kurzen, aus kleinen Knöchelchen bestehenden Stücke und dann aus den Strahlen, welche zuweilen eine so bedeutende Länge erreichen, daß die Flossen als unvollkommene Luftruder (bei den fliegenden Fischen) dienen können. Selbst wenn, was selten, die Brustflossen fehlen, ist doch der Schultergürtel entwickelt. Die Bauchflossen (Pinnae abdominales) fehlen oft gänzlich; man nennt solche Fische fußlose (Apodes); sie sind sehr einfach gestaltet, kaum in Verbindung mit dem übrigen Skelet, und können eine verschiedene Stellung einnehmen. Bei den meisten stehen sie unter dem Bauche, dem After etwas näher als der Kehle; dies sind die Bauchflosser (Pisces abdominales). Zu diesen gehören z. B. die Karpfen und Forellen.

Bei den Brustflossern (Pisces thoracici), zu denen unser Barsch zählt, stehen die Bauchflossen entweder unmittelbar unter oder dicht hinter den Brustflossen, sodaß ihre Träger innen meist an dem Schultergürtel befestigt sind. Bei den Kehlflossern (Jugul[illegible]) endlich, von denen in unsern süßen Gewässern [illegible] Aalquappe oder Trüsche (Lota) ein Beispiel [illegible] kann, stehen die Bauchflossen noch vor den Brustflossen in dem dreieckigen Kehlraume, und ihre Träger sind gewöhnlich an dem Vereinigungspunkte der Schlüsselbeine an dem Schultergürtel befestigt. Wenn auch diese verschiedene Stellung der Bauchflossen nicht, wie Linné und viele Naturforscher nach ihm es thun, als wesentliche Grundlage der Eintheilung für [illegible] Klasse benutzt werden darf, so kann man doch [illegible] andern Seite nicht verkennen, daß sie mit [illegible] andern Eigenthümlichkeiten der Organisation [illegible] sammenhange steht und deshalb eine vorwiegende [illegible] rücksichtigung verdient.

Die Haut der Fische und die verschiedenen [illegible] dungen, welche ihr angehören, verdienen ihre [illegible] thümlichkeit wegen eine ganz besondere Berücksichtigung. Allgemein findet man dieselbe aus zwei weiteren Schichten zusammengesetzt, einer tiefern, feinern, verschlungenen Zellgewebfasern gebildeten Lederhaut, die verschiedene Schuppen und Deckbildungen [illegible] Innern trägt, über welche eine Oberhautschicht [illegible] gebreitet ist, die meist sich in zähen Schleim [illegible] Außenfläche auflöst. Die verschiedenen Farbstoffe, den Fischen die oft so lebhaft glänzenden Farben leihen, bestehen meistens aus fettigen oder [illegible] stanzen, die theils in der Dicke der Lederhaut, [illegible] zwischen ihr und der Oberhaut abgelagert sind. [illegible] die Silberfarbe, die fast bei allen Fischen vorkommt und bei vielen sich auch über innere Häute, das Gekröse und die Schwimmblase z. B. erstreckt, wird durch eigenthümlichen, dünnen mikroskopischen Blättchen hervorgebracht, die abgeplattete Hornzellen zu sein scheinen.

Bei manchen Fischen findet sich eine durchaus nackte Haut; bei den meisten aber Schuppen, kleine knöcherne Plättchen von horniger Consistenz, welche in besondern Taschen der Haut sich bilden und meistens in regelmäßiger Weise dachziegelförmig übereinanderliegen, sodaß sie einen völligen Panzer um den Körper bilden. Diese Uebereinanderlagerung, welche indeß manchmal, wie z. B. bei den Aalen, gänzlich fehlt, läßt nur einen kleinen Theil der Schuppen auf der Oberfläche erscheinen, während der vordere, tiefer in der Hauttasche steckende Theil von der vorhergehenden Schuppe bedeckt wird. Die gewöhnlichen Schuppen zeigen auf ihrer freien Oberfläche eine große Anzahl concentrischer Linien, welche bald mehr, bald minder vollständige Kreise um eine Art Mittelpunkt beschreiben, der bald wirklich in der Mitte, bald mehr nach hinten liegt, an welchem Theile diese Linien meist unregelmäßig werden. Außer diesen concentrischen Linien sieht man auf den meisten Schuppen Streifen, welche von dem Centrum strahlenförmig nach außen gehen, manchmal sehr zahlreich sind und sich als Nähte oder Spalten darstellen, die zusammen ein förmliches Netz bilden. Der hintere Rand der Schuppen kann entweder glatt abgerundet, oder kammartig eingezackt, oder selbst mit Stacheln besetzt erscheinen. Man hat die erstern Rundschupper (Cycloidei), die letztern Kammschupper (Ctenoidei) genannt und diese Bildung eine größere Bedeutung für die Klassifikation zugeschrieben, als ihr wirklich zukommt. Werden die Schuppen dicker, so bilden sich auf der Unterfläche Knochenkörperchen und endlich wahre Knochensubstanz, die dann wie von einer Schmelzlage überzogen scheint, indem die äußere Lage feine Ausläufer der Knochenkörperchen zeigt, ähnlich der Zahnsubstanz. Man hat die Fische, welche solche dicke Knochenschuppen tragen, die bald viereckig, bald rund sind, Schmelzschupper (Ganoidei) genannt; später aber den Namen in durch

verschiedener Bedeutung auf eine besondere Ordg angewendet. Endlich kann die Zahnsubstanz so utend werden (bei Rochen und Haien), daß man wirklichen Hautzähnen sprechen kann, welche ebenso der äußern Haut stecken, wie die Kieferzähne in Schleimhaut. Nach anderer Richtung hin entln sich die Knochenschuppen zu Knochentafeln, welche zusammenlegen und einen förmlichen Panzer bilden en (Kofferfische), und solche Hautknochen treten ig am Kopfe in innige Verbindung mit dem innern ket und werden auf solche Weise Schädelknochen. eine Theile der Schuppen oder Knochentafeln können zu Stacheln, Haken u. s. w. entwickeln.

Außer den angeführten Deckgebilden findet man noch fast allen Fischen besondere Kanäle in der Haut welche mit der Schleimabsonderung im Zusammeng stehen sollen und deshalb die Schleimgänge annt werden, wahrscheinlich aber eine ganz andere eutung haben. Der Schleim, welcher die Oberhe der Fische schlüpfrig macht, ist in Wahrheit nur äußere Schicht ihrer im Wasser aufgeweichten Oberit, welche sich ganz so verhält, wie die Oberhautht unserer Zunge oder der innern Darmhaut. Die nannten Schleimgänge selbst bestehen aus einem ichen Kanale, der meistens in der ganzen Länge Körpers sich hinzieht, von einer faserigen, sehr nen Schleimhaut ausgekleidet ist und eine Menge ier Kanälchen absendet, welche durch besondere uppen nach außen münden. Die aufeinanderende Reihe dieser Schuppen bildet die sogenannte itenlinie, die sich bei den meisten Fischen außen Rumpfe erkennen läßt und vielfachen, zur Charakstil der Gattungen und Arten sehr brauchbaren schiedenheiten unterliegt. Gegen den Kopf hin steht der Seitenkanal meistens mit besondern Röhren in bindung, die gewöhnlich in den äußern Schädelchen oder in eigenen Knochenröhren eingeschlossen d und mehr oder minder weit an dem ganzen Kopfe h verbreiten. Es gehen diese Röhren von besondern Rundsäcken aus, die an ihrem Grunde stets Nerven halten, welche sehr eigenthümliche Geflechte bilden, die den Ausbreitungen der Hörnerven in den Ampullen der halbcirkelförmigen Kanäle gleichen und so auf die Vermuthung leiten, daß man es hier eher mit einem eigenthümlichen Sinnesorgane zu thun habe. Bei den quermäuligen Knochenfischen sind diese Kanäle des Kopfes und ihre knospenartigen, nervenreichen Anhänge besonders stark entwickelt und mit einer gallertartigen Sulze erfüllt, welche auch nicht die mindeste Aehnlichkeit mit dem Schleime hat, der die Oberfläche der Haut überzieht.

In dem Skelet läßt sich die allmähliche Ausbildung von den niedersten bei den Embryonen und den letzten Wirbelthierklassen ausgeprägten Anfängen an verfolgen. Was zuerst die Wirbelsäule betrifft, so läßt sich bei den Stören und einigen Ganoiden noch keine Spur von Wirbelkörpern entdecken; es existirt nur eine Rückenhaite (Chorda dorsalis), auf welcher obere und untere Bogenstücke aufsitzen, die sich zum Rücken- und Blutkanal zusammenschließen und nach oben Dornfortsätze, nach unten Rippen ausstrahlen. Bei den Seekatzen (Chimaera) beginnt die Bildung der Wirbelkörper in Form von Ringen, welche in der Scheide der Chorda entstehen. Bei allen übrigen Fischen endlich tritt eine mehr oder minder vollständige Verknöcherung ein, so daß statt einer Wirbelsaite eine Reihe von Wirbelkörpern hintereinander liegt, die gewöhnlich eine cylindrische Gestalt haben und häufig in der Mitte zusammengedrückt sind. In diese Wirbelkörper, die bei den Knorpelfischen nur netzförmig verknöchern, erscheinen meistens die obern und untern Bogenfortsätze zapfenartig eingesenkt, sodaß sie sich nicht selten mit Leichtigkeit trennen lassen. Die Wirbelkörper selbst sind bei den meisten Fischen vorn wie hinten in der Weise kegelförmig ausgehöhlt, daß die Spitzen dieser Höhlungen in der Mitte der Wirbelachse zusammentreffen und hier durch ein kleines Loch miteinander verbunden sind. Die Wirbelkörper berühren einander demnach nur mit ihrem äußern Rande und lassen doppelkegelförmige Höhlungen übrig, welche mit einer gallertartigen Sulze, dem Reste der ursprünglichen Wirbelsaite, ausgefüllt sind. Nur ein einziger von allen bisjetzt bekannten Fischen, der Knochenhecht (Lepidosteus), erhebt sich über diese Bildung, indem bei ihm Wirbelkörper vorkommen, die vorn einen Gelenkkopf und hinten eine runde Gelenkhöhle besitzen. Auf diesen Wirbelkörpern, die bald knorpelig, bald mehr oder minder verknöchert sind, stehen die obern oder Nervenbogen, welche meistens über dem Rückenmarke zu einem einfachen Dornfortsatze verschmelzen, dessen Basis zuweilen noch einmal auseinanderweicht, um ein faseriges Längsband zu bilden. Meist gehen von der Basis dieser obern Bogen noch eigene schiefe Fortsätze oder Gelenkfortsätze aus, welche nach hinten und vorn mit den entsprechenden Fortsätzen der anstoßenden Wirbel articuliren. Die untern Bogenstücke sind in der Bauchgegend gewöhnlich nach außen gerichtet und stoßen in dieser Gegend in der Mittellinie nur selten zusammen, um einen Kanal für die Aorta und die Hohlvene zu bilden; dagegen tragen diese mehr nach außen gerichteten untern Bogen, welche man auch die Blutbogen nennen könnte, die die Bauchhöhle umfassenden Rippen. Weiter nach hinten, gegen die Schwanzgegend hin, treten diese Bogenstücke in der Mitte zu einem Kanale für die Gefäße zusammen, obgleich sie dort noch häufig Rippen tragen, und in dem Schwanze selbst vereinigen sie sich meistens zu einem langen Dornfortsatze, sodaß hier ihre Bildung vollkommen derjenigen der obern Bogen entspricht. Die Rippen, welche zuweilen sehr stark sind, in andern Fällen gänzlich fehlen, vereinigen sich niemals in ein eigentliches Brustbein, sondern endigen stets frei im Fleische. Zuweilen, wie bei den Heringen, ist freilich das Brustbein durch eine starke Reihe scharfer gekielter Schuppen angedeutet, mit denen die Rippen durch Sehnenbänder verbunden sind. Außer diesen auch sonst bei den übrigen Wirbelthieren vorkommenden Bildungen finden sich bei vielen Fischen noch besondere knochige Stacheln oder Fleischgräten, welche sich in den Sehnenblättern bilden, die man an den Massen der Seitenmuskeln beobachtet. Zuweilen werden diese Fleischgräten so ausnehmend stark, daß man sie selbst mit den Rippen verwechseln kann, mit denen sie gewöhnlich in mehr oder minder genauer Verbindung stehen.

Die Bildung der Schwanzflosse ist nicht ohne Wichtigkeit. Bei den Embryonen krümmt sich zu einer gewissen Zeit das Ende der Chorda mit den darum entstehenden Wirbelkörpern nach oben und die Strahlen der Flosse setzen sich unter diesem emporgebogenen Ende an, sodaß dasselbe in den obern Lappen der Schwanzflosse sich fortsetzt. Man hat diese Flossen, die z. B. bei vielen Haien vorkommen, heterocerke genannt. Bei den meisten Knochenfischen werden die Strahlen der Schwanzflossen von einer zusammengesetzten Knochenplatte getragen, welche das Ende der Wirbelsaite und der Wirbelkörper enthält. Solche Flossen heißen homocerke. Beide Flossenarten, in ihren äußersten Formen wol geschieden, gehen durch so allmähliche Uebergänge zusammen, daß keine Grenze bestimmt werden kann.

An dem Schädel zeigt sich deutlich die allmähliche Ausbildung von einem knorpeligen Urschädel, Primordialschädel aus, der anfangs eine knorpelige, ungetheilte Hülle um das Gehirn und die Sinnesorgane bildet. So zeigt sich der Schädel der Quermäuler (Plagiostomen) als eine mehr oder minder vollständige Knorpelkapsel um das Gehirn, mit becherförmigen Ausbreitungen zum Schutze der Augen und der Nase und innern Räumen für das Gehörorgan, und einem Gelenke gegen den Hals hin, ohne eine Spur von Deckplatten oder eigentlichen Knochenbildungen. Bei den Stören zeigt sich dieselbe Knorpelmasse, in welcher das vordere Ende der Wirbelsaite steckt, ohne daß eine Spur eines Gelenkes vorhanden wäre; aber dieser knorpelige Urschädel ist von oben wie von unten mit knöchernen Deckplatten belegt, die nur seitliche Lücken für die Anheftung des Kiefergaumenapparates lassen. Indessen gehören die obern Deckplatten nicht jenem scharfbestimmten Systeme an, das bei den übrigen Knochenfischen ausgebildet ist und den Schädel bildet, sondern es sind bloße Hautknochen, vollkommen ähnlich denjenigen, welche auch auf dem Rumpfe entwickelt sind, deren Zahl und Gestalt sogar von einer und der andern Art wechselt. Auf der Unterfläche des Schädels findet sich nur eine einzige knöcherne Platte, die sich sogar nach hinten über den Raum erstreckt, welcher den ersten Halswirbeln entspricht.

Bei den sämmtlichen Knochenfischen nun lassen sich deutlich die allmählichen Fortschritte der Verknöcherung des Schädels darthun. Fast bei allen existirt unter den Knochen, die sich zu einer mehr oder minder vollständigen Kapsel zusammenlegen, eine knorpelige Grundlage, die ebenfalls eine Hülle um das Gehirn bildet und als die ursprüngliche Schädelkapsel, als der Ur- oder Primordialschädel angesehen werden muß. Unter unsern gewöhnlichen Süßwasserfischen sind es vorzüglich die Forellen und der Hecht, bei welchen diese knorpelige Schädelgrundlage in größter Ausbildung während des ganzen Lebens entwickelt bleibt, sodaß man an einem gekochten Kopfe die größte Zahl der Schädelknochen abnehmen kann, ohne das Gehirn anders als stellenweise bloßzulegen, indem es fast überall von der innern knorpeligen Kapsel des Urschädels umschlossen bleibt. Es ist sehr wohl in das Auge zu fassen, daß diejenigen Schädelknochen, welche wir mit dem Namen der Deckplatten bezeichnen, sich durchaus nicht aus diesem ursprünglichen Knorpel entwickeln, sondern aus häutigen Grundlagen, die niemals vorher in Knorpel übergehen, und daß die Deckplatten nur durch ihr Wachsthum die ursprüngliche Knorpelkapsel verdrängen; bei den Barschen ist dies schon mehr der Fall als bei den Hechten; bei den Weißfischen erhalten die Knochenbildungen durchaus das Uebergewicht, und bei den Aalen ist die ursprüngliche Knorpelkapsel durchaus verschwunden im erwachsenen Zustande und gänzlich durch die Knochen verdrängt. Die Knochen aber, welche den Schädel sowie das sonstige Kopfskelet zusammensetzen, sind trotz äußerst verschiedener Formen stets nach demselben Grundplane gebaut und entsprechen den Schädelknochen der höhern Wirbelthiere, bei denen sie sich auf analoge Art bilden, wenngleich die knorpelige Schädelgrundlage bei diesen stets nur im embryonalen Zustande vorhanden ist.

Der durch die Vereinigung seiner verschiedenen Knochen gebildete Schädel zeigt sich nun als eine vollständige Kapsel, die das Gehirn und die Ohren gänzlich einhüllt, für Augen und Nase dagegen mehr oder minder tiefe Gruben zeigt. Gewöhnlich sind die Nasengruben vollständig getrennt und setzen sich nach hinten durch die knorpelige Masse, welche den [illegible] Schnauze bildet, in zwei nur von den Geruchsnerv durchzogene Kanäle fort, welche sich in die meist [illegible] Augenhöhlen öffnen. Diese sind meist in der Mitte nur durch eine häutige Scheidewand getrennt, [illegible] bei dem knöchernen Schädel sie in ein durchgehendes Loch zusammenfließen, welches oben von den Stirnbeinen, unten von dem Keilbeine gedeckt ist. Die Höhlen für die Gehörorgane sind theils in den knorpeligen Knochen, theils in den Knorpeln ausgehöhlt und zwar in der Weise, daß ein Theil davon [illegible] mit der Hirnhöhle zusammenfließt. Auf der Außenfläche des Schädels zeigen sich sehr wechselnde [illegible] Kämme und Leisten, deren Bildung oft für die einzelnen Gruppen und Familien sehr charakteristisch ist. Namentlich erhebt sich gewöhnlich auf der Mitte des Hinterhaupts ein mehr oder minder hoher, von dem obern Hinterhauptsbeine gebildeter Kamm, der sich zuweilen über den ganzen Schädel wegzieht und oft noch von zwei seitlichen Kämmen begleitet wird, die durch tiefe Gruben getrennt sind.

Als besondere Anhänge des Schädels zeigen sich noch zwei verschiedene Gruppen fester Theile, die Lippenknorpel bei den meisten Knorpelfischen und die Knochen der Schleimkanäle bei den meisten Knochenfischen. Erstere sind bei den Rochen nur schwach, bei den Haien dagegen oft so stark entwickelt, daß sie den Kiefer an Größe übertreffen. Als Schleimröhrenknochen stellen sich bei den meisten Knochenfischen besonders diejenigen Gebilde hin, welche sich in einem vollständigen Halbkreise um den untern Rand der Augenhöhle herumziehen, ja bei einigen, den Panzerwangen, sogar sich so weit ausdehnen, daß sie mit hinten mit dem Vorderdeckel verwachsen und so einen förmlichen Panzer für die Wange bilden.

Von besonderer Wichtigkeit, auch für die Systematik, erscheinen die beweglichen Knochen, welche die Mundöffnungshöhle und den Kiemenapparat umgeben. Ein eigentlicher Oberkiefer fehlt nur den Seelaxen (Holocephala), wo die breiten Zahnplatten unmittelbar an die Unterfläche des Schädels angewachsen sind, an die auch der Unterkiefer sich mit seinem durch einen Schädelfortsatz getragenen Gelenk anheftet. Bei den Haien und Rochen ist der vom Schädel getragene Oberkiefer durch ein Gelenk mit dem Unterkiefer, dieses wieder an dem Schädel durch den ersten Zungenbeinbogen befestigt. Bei den Stören ist der Kiefer-Apparat so aufgehängt, daß er weit nach unten vorgestreckt werden kann. Bei den Knochenfischen wird gewöhnlich der vordere Rand des Maules von dem Oberkieferbogen gebildet, der aus zwei Paaren von Knochen besteht, mehr nach innen aus den Zwischenkiefern, Taf. 24, Fig. 7 (22), nach außen und hinter dagegen von den eigentlichen Oberkiefern (21). Nur selten sind die Zwischenkiefer miteinander oder mit dem Schädel verwachsen, meistens haben sie die Form eines Winkelhakens, dessen äußerer Ast den Mundrand bildet und Zähne trägt, während der innere in einer Rinne der Schnauzenspitze eingelenkt ist. Bei den Fischen mit vorstreckbarem Maule, wie bei den Mäniden und Sonnenfischen, ist dieser innere Ast des Zwischenkiefers sehr lang und gleitet dann in seiner Rinne mit Leichtigkeit auf und nieder, wodurch das Maul röhrenförmig vorgeschnellt werden kann. Der äußere Ast bildet meist für sich ganz allein den Rand der Mundspalte, sodaß der eigentliche Oberkiefer hinter ihm im Fleische verborgen liegt und deshalb auch von ältern Anatomen als Schnurrbartbein (Os mystacis) bezeichnet wurde. Bei vielen Fischen, wie beim Hechte zum Beispiel, bildet der Oberkiefer zwar den hintern

des Mundrandes, trägt aber keine Zähne, und bei sehr wenigen ist das Verhältniß so wie bei Lachsen und Forellen, wo der zahntragende Oberkiefer sich an den Zwischenkiefer anfügt und die Mundspalte nach hinten zu fortsetzt. Zuweilen fehlt der Kiefer ganz, in andern Fällen ist er sogar in zwei mehrere Stücke zerfallen.

Am Dache der Mundhöhle finden sich die Gaumen- und Flügelbeine, und in der Mitte, als Deckplatte des Schädels, das Pflugscharbein, die alle mit Zähnen besetzt sein können.

Die beiden Unterkieferhälften, deren jede aus mehrern Stücken besteht (Fig. 7 [29, 30, 32]), sind nur selten am vordern Winkel miteinander verwachsen, aber meist durch Fasermasse unbeweglich verbunden. Das den vordern Winkel bildende Zahnstück trägt allein Zähne.

Das Unterkiefergelenk gestattet fast immer nur eine einfache Hebelbewegung von unten nach oben und wird von einer Art Flügelthür unter sich unbeweglicher Knochen getragen, die mit dem Gaumenbogen immer fest verbunden, von beiden Seiten her die Mund- und Rachenhöhle begrenzen und deren Erweiterung und Verengerung möglich machen. Diese große Flügelthür, auf deren Außenseite sich die Kaumuskeln festsetzen, ist gewöhnlich an drei Stellen eng mit dem Schädel eingelenkt.

Bei den gewöhnlichen Knochenfischen findet sich an der hintern Seite des auf diese Weise von den angegebenen Knochen gebildeten Flügels ein gewöhnlich halbmondförmiger Knochen, welcher meistens oben von der Einlenkung des Zitzenbeins an dem Schädel bis gegen das Unterkiefergelenk sich hin erstreckt und mit einem Falze an den Rand des Zitzenbeins, des Hammelseins und des Quadratbeins eingelenkt ist. Dieser Knochen ist der Vorderdeckel (Praeoperculum [34]), ein für die Systematik sehr bedeutsamer Knochen, weil er mit seinem freien Rande meist hinten an der Kiemenhöhle hervorsteht und hier oft besondere Vorsprünge, Ausbuchtungen und Stacheln zeigt, die bei Familien, Gattungen und Arten eine große Beständigkeit wahrnehmen lassen.

Der Vorderdeckel ist meist in seiner ganzen Länge durch einen Hauptarm des Schleimkanals durchzogen, der sich nach unten weiter auf den Unterkiefer fortsetzt; unter seinen vorstehenden Rand bergen sich die Knochen, welche den Kiemendeckel zusammensetzen und die wie eine Klappe auf der Kiemenspalte sich auf- und niederbewegen. Gewöhnlich ist dieser Kiemendeckelapparat, der bei den übrigen Wirbelthieren kein Analogon hat und zu den Hauptknochen gezählt werden muß, aus drei Stücken gebildet, dem Kiemendeckel (Operculum [35]), welcher auf seiner innern Seite eine große Gelenkgrube trägt, mittels der er an einem hintern Fortsatze des Zitzenbeins eingelenkt ist; dem Unterdeckel (Suboperculum [36]), meistens durch Naht mit dem untern Rande des Kiemendeckels verbunden; und dem Zwischendeckel (Interoperculum [37]), welcher den Raum vor dem Unterdeckel gegen den Vorderdeckel hin ausfüllt. Die gegenseitigen Verhältnisse dieser drei Knochen, ihre Gestalt, ihre äußern Verzierungen wechseln in mannichfaltiger Weise und bieten vortreffliche Charaktere zur Unterscheidung der Gattungen und Arten dar.

Nimmt man den Apparat, den wir soeben beschrieben, weg, so zeigt sich die Mundhöhle der Knochenfische durch vielfache Bogen beschränkt, von denen die meisten Kiemenfransen tragen, der vordere aber, der Zungenbogen, niemals deren besitzt. Die Endspitzen dieses Bogens laufen vorn in dem Zungenbeine (Os hyoideum [40—42]) zusammen, welches aus einer Reihe unpaarer, in der Mittellinie hintereinanderliegender Knochenstücke besteht, die zwischen den beiden Unterkieferästen den Kiel der Kehle bilden und an welchen auch die übrigen Kiemenbogen angeheftet sind. Nach vorn setzt sich dies Zungenbein meist in einen eigenthümlichen Knochen, den Zungenknochen fort, welcher die vordere Spitze der Zunge bildet und sehr häufig mit Zähnen besetzt ist. Jeder Arm des Zungenbeinbogens besteht aus mehrern Stücken und setzt sich durch einen Griffelknochen innen an den Vorderdeckel an. An dem äußern untern Rande dieses Bogens sind fast bei allen Knochenfischen platte, säbelförmige Knochen eingelenkt, die zur Spannung der Kiemenhaut (Membrana branchiostega) dienen, welche den Kiemenspalt unter der Kehle schließt. Die Zahl dieser Kiemenhautstrahlen (44) ist äußerst beständig und wichtig für die Systematik. Bei einigen Ganoiden (Flösselhecht) werden sie durch zwei dreieckige Knochenplatten ersetzt, die den Kehlraum zwischen den Unterkieferästen von unten her decken. Bei den Knorpelfischen finden sich meist noch knorpelige Kiemenhautstrahlen, während der Kiemendeckelapparat ihnen gänzlich fehlt.

Hinter dem Zungenbeinbogen folgen einerseits an dem unpaaren Zungenbeine, andererseits an dem Schädel eingelenkt bei allen Quermäulern, Ganoiden und übrigen Knochenfischen vier harte Bogen, welche bei den meisten Knorpelfischen aus nur zwei Stücken zusammengesetzt sind, bei den Knochenfischen dagegen gewöhnlich vier besitzen und auf ihrer hintern Seite mit Kiemenblättchen besetzt sind, während sie vorn gewöhnlich Stacheln oder selbst Zähne tragen, die eine Art von Reuse am vordern Eingange des Schlundes bilden. Diese Kiemenbogen nehmen von vorn nach hinten an Größe ab und sind nach oben durch besondere Knöchelchen, die obern Schlundknochen (Ossa pharyngea superiora) an den Schädel befestigt. Gewöhnlich sind diese obern Schlundknochen nur klein und oft mit Zähnen besetzt, bei der Familie der Labyrinthfische aber werden sie ungeheuer groß, blattförmig gewunden und dienen als Reservoir für das Wasser, welches zur Anfeuchtung der Kiemen bestimmt ist.

Als letzter Schluß der mit dem Zungenbeine in Zusammenhang stehenden Knochen verdient ein unvollständiger Bogen Erwähnung, welcher bei dem Embryo zwar Kiemen trägt, die sich aber später verlieren und der bei dem erwachsenen Fische niemals den Schädel erreicht, sondern nur den Eingang des Schlundes von unten umfaßt. Gewöhnlich besteht dieser Bogen nur aus je einem seitlichen Knochenstücke, das, auf seiner Innenfläche häufig mit Zähnen besetzt ist und das man die untern Schlundknochen (Pharyngea inferiora) genannt hat. Bei einer ganzen Unterordnung von Knochenfischen sind diese Schlundknochen in der Mittellinie zu einem einzigen unpaaren Stücke verwachsen.

Das Centralnervensystem besteht aus dem Rückenmarke und dem Gehirne, welches im Verhältniß zum Körper stets nur sehr klein ist, aus mehrern paarigen und einem dahinterliegenden unpaaren Theile zusammengesetzt ist und die Höhle des Schädels niemals vollständig ausfüllt. Die Riechnerven sind meist sehr groß und zeigen an ihrem Ursprunge oft mehrfache Ganglien; die Sehnerven bilden nur bei Knorpelfischen und Ganoiden ein Chiasma, wie bei den höhern Wirbelthieren, tauschen sich dagegen bei den Knochenfischen vollständig aus.

Die Sinnesorgane sind stets paarig und wol ausnahmslos vorhanden. Die Nase ist stets doppelt

und nur bei einigen, zugleich mit Lungen versehenen Fischen (Lepidosiren) mit hintern Oeffnungen in die Mundhöhle versehen. Bei allen übrigen ist die Nasenhöhle jederseits hinten blind geschlossen und liegt die gewöhnlich zierliche Sternfalten bildende Nasenschleimhaut jederseits in einer Grube, welche vorn an der Schnauze in dem Kopfknorpel angebracht ist und bald mit einer Klappe geschlossen werden kann, bei den Knochenfischen aber meistens zwei hintereinanderliegende Oeffnungen hat, von denen die vordere zuweilen eine durch eine Knochenplatte gestützte Klappe besitzt. Das Auge ist meistens sehr groß, vorn abgeplattet und scheint niemals zu fehlen, ist aber bei den blinden Fischen mit undurchsichtiger Körperhaut überzogen und entbehrt dann auch der Augenmuskeln, die sonst fast stets in der Sechszahl, vier gerade und zwei schiefe, vorhanden sind. Augenlider kommen nur selten vor und erscheinen dann gewöhnlich nur als Falten, die unbeweglich sind.

Das Gehörorgan ist stets ganz im Innern des Schädels vergraben und nur aus dem innern Labyrinth zusammengesetzt, mittleres und äußeres Ohr fehlen gänzlich. Das Labyrinth besteht aus drei halbcirkelförmigen Kanälen und einem centralen Theile, in welchem sich oft in einem besondern Sacke ein ungemein großer Gehörstein befindet. Der Klasse der Fische, aber sehr verschiedenen Ordnungen derselben, sind ganz eigenthümlich die elektrischen Organe, welche eine sehr verschiedene Disposition haben können.

Die Verdauungsorgane der Fische sind in mannichfacher Weise entwickelt und erreichen zuweilen einen hohen Grad von Complication. Von besonderer Wichtigkeit für die Systematik ist besonders der Eingang in die Verdauungswege, die Mund- und Rachenhöhle, deren Zusammensetzung durch verschiedene Knorpel- oder Knochenstücke wir schon vorher angaben. Es gibt in der That fast keinen Knochen unter der Zahl derjenigen, die an der Bildung der Mund- und Rachenhöhle Antheil nehmen, welcher nicht in diesen oder jenen Fällen mit Zähnen besetzt sein könnte. Einigen, wie den Stören und den Büschelkiemern, fehlen freilich die Zähne durchaus. Bei andern kommen sie nur an einzelnen Knochen vor, wie z. B. bei den Karpfen nur an den Schlundknochen; nur sehr selten sehen wir sie an allen zahntragenden Knochen entwickelt. Gewöhnlich findet man beim Oeffnen des Rachens eines Fisches auf dem Gaumengewölbe zwei parallele Zahnbogen, von denen der äußere den Zwischenkiefern, der innere den Gaumenbeinen angehört und einen mittlern, dem Pflugscharbeine zukommenden Streifen, während unten ein einziger Zahnbogen vom Unterkiefer und eine mittlere Reihe vom Zungenbeine getragen wird. Nach hinten zu sind gewöhnlich sämmtliche Kiemenbogen und die obern und untern Schlundknochen mit Zähnen und Spitzen besetzt und bilden so einen stacheligen Eingangstrichter in den Schlund. In seltenern Fällen nehmen auch die Oberkieferknochen, die Flügelbeine und das Keilbein an der Bezahnung Antheil und vervollständigen so die an dem Gaumengewölbe sichtbaren Zahnlinien.

Form, Structur und Einsetzung der Zähne sind äußerst mannichfaltig, sodaß sich alle möglichen Uebergänge von höchst feinen und dünnen, borstenähnlichen Zähnen, bis zu ungeheuern Fangzähnen, von schneidenden und spitzen Kronen zu breiten Mahlplatten, von fast schwammigen Gebilden zu steinharten, von eingekeilten und angewachsenen bis zu ganz lose in der Schleimhaut steckenden Zähnen finden.

Die Mund- und Rachenhöhle der Fische ist gewöhnlich trichterförmig nach hinten verengt, seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen und setzt sich unmittelbar in den Schlund fort. Dieser Schlund ist gewöhnlich äußerst muskulös, zuweilen trichterförmig erweitert, gewöhnlich mit Längsfalten besetzt u. s. w. In seiner Structur oft so wenig von dem Anfangstheile des Magens verschieden, daß man keine bestimmte Trennung nachweisen kann. Der Magen selbst theilt sich gewöhnlich ziemlich scharf in einen Schlund- und Pförtnertheil, indem er meist hakenförmig umgebogen ist. Oft findet sich an der Stelle der Umbiegung ein mehr oder minder bedeutender Blindsack und bei zuweilen so groß wird, daß der Pförtneranhang wie ein Darm erscheint, welcher aus diesem Sacke entspringt. An dem Ende des Pförtners findet sich gewöhnlich ein häutige Klappe und ein starker Ringwulst, welcher zur Schließung desselben bestimmt ist. Unmittelbar hinter dem Pförtner finden sich bei den meisten Knochenfischen mehr oder minder zahlreiche darmartige Ausstülpungen, die Pförtneranhänge (Appendices pyloricae), deren Zahl von einem bis zu 60 und mehr ansteigen kann, bei einzelnen Arten aber sehr fix und bestimmt ist. Oft sind diese Blinddärme, welche ganz dieselbe Structur besitzen, wie der übrige Darmkanal, einfach röhrenartig, zuweilen aber verzweigen sie sich so, daß sie mehr das Ansehen einer Drüse bekommen. An der Einmündungsstelle der Pförtneranhänge verläuft der Darmkanal meist in gleicher Weite, bald mehr bald minder gebogen, in der Bauchhöhle fort und geht unmittelbar in den Afterdarm über, der bald weiter bald weiter ist. Die vordere Hälfte des Afterdarms enthält bei allen Quermäulern und Ganoiden eine spiralförmig gewundene Klappe, deren freier schraubenförmiger Rand frei in die Darmhöhle hineinragt und die Oberfläche derselben vergrößert, oder eine förmlich im Innern des Darms gerollte Klappe. Den eigentlichen Knochenfischen fehlt diese Spiralklappe durchaus. Hinsichtlich der Länge des Darms finden mannichfache Verschiedenheiten statt. Bei den Rundmäulern zeigt derselbe keine Windungen und läuft in gerader Linie durch die Bauchhöhle vom Munde zum After, bei den gefräßigen Raubfischen ist er nur wenig gewunden, bei den Pflanzenfressern am längsten. Der After findet sich gewöhnlich ziemlich weit nach hinten, zuweilen aber weit nach vorn an die Kehle gerückt. Von den Nebendrüsen des Darms findet man ständig Milz und Leber vor, die erstere meist in Gestalt eines sehr blutreichen, rothen, abgeplatteten Körpers in der Nähe des Magens; die Leber ist gewöhnlich ungemein groß, von bräunlicher Farbe, sehr fettreich und zeigt fast überall eine Gallenblase, mit lebhaft grüner Galle.

Die Athemorgane der Fische bestehen stets aus Kiemen, und zwar meist aus weichen, vorspringenden, häutigen, durch Knochen oder Knorpel gestützten Blättchen, auf welchen sich die Athemgefäße verzweigen und in deren Umkreis das Wasser durch die Rachenhöhle, die rhythmischen Bewegungen des Kiemendeckelapparates und die Zusammenziehungen der häutigen und muskulösen Umgebungen der Kiemen erneuert wird. Die Kiemenblättchen selbst sind immer auf Bogen angebracht, welche die Rachenhöhle umfassen und durch Spalten voneinander getrennt werden. In Hinsicht der Ausbildung dieses Kiemenapparates finden indessen mancherlei Verschiedenheiten statt. Bei den Quermäulern finden sich an den Seiten des Halses meist fünf, selten sechs oder sieben Kiemenspalten, von denen Zwischenbrücken häutige Lamellen nach innen gehen, auf welchen beiderseits die Kiemenblättchen angebracht sind. Bei den Seekatzen finden sich dieselben Lamellen

alten, aber durch einen Kiemendeckel bedeckt, von außen nur ein Spalt nach innen führt. i Ganoiden und echten Knochenfischen endlich Kiemenspalten nach außen durch den knöchernen parat geschützt, welchen wir bei dem Skelet en, und wird auf diese Weise an jeder Seite ses eine weite Kiemenhöhle gebildet, in welcher nenblättchen frei flottiren und die nach außen ne mehr oder minder enge Spalte geöffnet ist, dem der Kiemendeckel ganz frei ist oder durch ende Haut an den Schultergürtel befestigt wird. wankt die Weite der Kiemenöffnung zwischen tremen, indem sie bald auf ein ganz kleines en reducirt ist, wie bei den Aalen oder den iemern, bald wie bei den Heringen und Leucht- vom Nacken bis gegen die Spitze des Unter- hin sich fortsetzt. Auf dem Kiemenbogen stehen Regel zwei Reihen lanzettförmiger Blättchen, durch ein dünnes knöchernes oder knorpeliges en gestützt werden, auf dem hintern Rande der bogen eingelenkt sind und durch kleine Muskel- n- und abgezogen werden können. Gewöhnlich er der vier Kiemenbogen mit einer Doppelreihe Blättchen besetzt, sodaß man vier vollständige n findet; viele Knochenfische aber, wie nament- ie Lippfische und Sonnenfische, besitzen nur drei ine halbe, die Froschfische nur drei, die Gattung ea nur zwei und eine halbe, und Amphipnous a gar nur zwei Kiemen, während einige Haien anus) sechs und sieben Kiemen besitzen. Bei fischen mit mangelhaften Kiemen finden sich dann len, wie namentlich bei Amphipnous, eigenthüm- Säcke vor, welche von der hintern obern Ecke iemenhöhle ausgehen, sich längs der Wirbelsäule hinten erstrecken und auf deren Wänden sich ngefäße verzweigen.

ie Einrichtung führt auf die Luftathmung, die ings bei einigen Wesen hergestellt ist, welche durchgehende Nasenlöcher besitzen und die man zu den Fischen oder Amphibien, oder auch ondere Klasse zwischen beide stellen kann (Lepi- a, Protopterus). Bei diesen existirt allerdings unge, d. h. ein Athemsack, in den Schlund ge- welcher venöses Blut empfängt und arterielles Alle übrigen Fische besitzen dagegen nur sie überhaupt existirt) eine aus der Rückenfläche hlundes entspringende Ausstülpung, die mit ab- rtem Gase erfüllt ist, arterielles Blut erhält nöses abgibt und gewöhnlich in der Mittellinie, llen Eingeweiden der Bauchhöhle, jedoch unter ere liegt. Diese Schwimmblase besteht bei Gattungen aus einer hintern und vordern e zeigt zuweilen seltsame Anhänge und Ver- gen, tritt bei einigen Familien, wie namentlich Karpfen und Welsen, durch besondere Knöchel- n Verbindung mit dem Gehörorgane und ist ollständig abgeschlossen, bald durch einen offenen der sich gewöhnlich in die hintere, sehr selten eitliche oder vordere Wand des Schlundes mit diesem in Verbindung. Daß diese Schwimm- nur ein hydrostatischer Apparat ist, läßt sich erschließen; doch ist die volle Bedeutung um so r bekannt, als sie sehr unbeständig ist und von habe verwandten Arten die eine sie besitzen kann, ad sie der andern fehlt.

s Herz besteht bei allen Fischen aus einer weiten mmer, einer muskulösen Kammer und einem alben Arterienstiel. Es liegt unter der Kehle, len durch Sehnen befestigt, in einem Sacke, der en Knorpelfischen unvollständig, bei den Knochen- fischen aber vollständig gegen die Bauchhöhle hin abgeschlossen ist und so eine Art Zwerchfell darstellt. Das Herz selbst liegt nur in dem Bereich des venösen Blutlaufs und nimmt in einer einzigen, meist dünnhäutigen, ungetheilten Vorkammer das aus der Leber und dem Körper zurückströmende venöse Blut auf. Die Vorkammer mündet durch eine mittlere, mit halbmondförmigen Klappen versehene Oeffnung in die stark muskulöse Kammer, welche gewöhnlich eine dreiseitige Gestalt hat und auf ihrer innern Fläche viele Muskelbälkchen zeigt. Nach vorn setzt sich die Kammer mittels einer einzigen Oeffnung in die meist zwiebelartig angeschwollene Kiemenarterie fort, an welcher sich zwei wesentlich verschiedene Typen des Baues wahrnehmen lassen. Bei den Rundmäulern und den Knochenfischen finden sich nämlich an der Ausmündungsöffnung der Kammer nur zwei halbmondförmige Klappen, und der Stiel der Kiemenarterie wird nur durch eine Verdickung des Fasergewebes gebildet, aus welchem die ganze übrige Arterie gewebt ist. Bei den Ganoiden und den Quermäulern dagegen bildet der Arterienstiel wirklich eine Fortsetzung der Kammer und ist auf seiner äußern Fläche mit scharf abgegrenzten, selbständig contractilen Muskelfasern belegt, während auf der innern Fläche sich eine bedeutende Anzahl übereinandergestellter Klappen befindet, die in mehrfachen Querreihen, von welchen jede eine bedeutendere Anzahl von Klappen enthält, übereinanderstehen. Eine Uebergangsform zwischen beiden Typen wird durch einige Fische hergestellt, bei welchen die Zahl dieser innern Klappen mehr und mehr zurücksinkt.

Der Kreislauf des Blutes, welches bei allen Fischen roth ist und meist rundliche, scheibenförmige Blutkörperchen enthält, geht in folgender Weise vor sich. Von dem Herzen aus strömt das Blut durch die große Kiemenarterie und vertheilt sich zu beiden Seiten in die Gefäßbogen, welche die Kiemenblättchen speisen. Die zahlreichen Netze, welche von den Haargefäßen auf der Fläche dieser Kiemenblättchen gebildet werden, gehen in die Kiemenvenen über, deren sich je eine auf jedem Kiemenbogen sammelt, und diese Bogen treten dann wieder über dem Kiemengerüste zu einem einzigen Hauptstamme, der Aorta, zusammen, welcher unmittelbar unter der Wirbelsäule nach hinten verläuft und meistens in den untern Bogen der Dornfortsätze eingeschlossen ist. Bei denjenigen Fischen, bei welchen die hintern Kiemenbogen keine Blättchen tragen, läuft nur ein einfacher Gefäßbogen über den Kiemenbogen weg, um unmittelbar in die Körperarterie überzugehen. Die Arterien des Kopfes entstehen gewöhnlich schon vor der Bildung der Aorta aus der Kiemenvene des ersten Bogens und die Aorta selbst speist auf ihrem Wege nach hinten die Muskelmassen sowol durch regelmäßig abgehende Zweige, welche sich um die Wirbelkörper herumschlagen, als auch die Eingeweide durch einige größere Stämme. Das Körperblut tritt durch eine am Schwanze einfache, nach vorn gewöhnlich gabelig sich theilende Hohlvene in das Herz zurück, nachdem vorher ein Theil desselben das sogenannte Nierenpfortadersystem gebildet hat. Viele Venen des Schwanzes und Rumpfes treten nämlich in die Niere und verzweigen sich innerhalb derselben ganz in der Weise wie Arterien, um sich dann wieder aufs neue in die Körpervenen neben der Aorta zu sammeln. Das in die Eingeweide strömende Blut sammelt sich in Venen, welche ebenfalls wieder in der Leber sich in die Haargefäßnetze des Pfortadersystems auflösen und dann zu den Lebervenen zusammentreten, die fast unmittelbar in die Vorkammer des Herzens übergehen. So treibt demnach das einzige Herz bei

den Fischen das Blut regelmäßig durch zwei, meistens aber durch drei Systeme von Haargefäßen, durch das respiratorische Haargefäßnetz der Kiemen, durch das Capillarnetz zwischen Arterien und Venen, und endlich durch das Capillarnetz der an Niere und Leber hergestellten Pfortadern, ohne daß auf diesem langen Wege irgendeine bewegende Kraft angebracht wäre, welche eine zweite Impulsion geben könnte. Die unverhältnißmäßige Stärke der Herzkammer erklärt sich leicht durch den Hinblick auf diese Verhältnisse.

Die Nieren liegen unmittelbar unter der Wirbelsäule, in alle Zwischenräume zwischen den Wirbelkörpern und den Rippen eingedrückt, und erstrecken sich gewöhnlich durch die ganze Länge der Bauchhöhle bis vorn zum Herzen hin. Die Harnleiter vereinigen sich meist in der Mittellinie, nahe am After, bilden eine Art Harnblase und münden dann auf einer besondern Warze hinter dem After oder, wie bei den Knorpelfischen, in die hintere Wand des Mastdarms.

Die Geschlechtstheile sind ziemlich nach demselben Typus angeordnet, sodaß sie auch in ihrer äußern Form sich oft sehr gleichen und bei einzelnen Fischen nur durch mikroskopische Untersuchung ihre specifische Natur festgestellt werden kann. Die keimbereitenden Geschlechtstheile, Eierstöcke und Hoden, liegen stets innerhalb der Bauchhöhle unmittelbar unter den Nieren und über den Darmwindungen, und wechseln sehr in ihrem Volumen je nach der Jahreszeit, indem sie gegen die Fortpflanzungsperiode hin durch die Ausbildung ihres Inhalts ungemein anschwellen, nachher aber zusammenfallen. Die Eierstöcke und Eileiter zeigen verschiedenes Verhalten. Bei den Aalen und den Lachsen besteht der Eierstock aus zwei seitlichen häutigen Platten, die mit keinem Ausführungsgange in Verbindung stehen, sondern überall vom Bauchfell umkleidet sind und in deren Dicke sich die Eier entwickeln. Die reifen Eier durchbrechen die Wandung des Eierstocks, fallen in die Bauchhöhle und werden aus dieser durch eine mittlere oder zwei seitliche Spaltöffnungen nach außen entleert. Bei der großen Mehrzahl der Fische, und zwar wesentlich bei den eigentlichen Knochenfischen, bildet der Eierstock einen Sack, auf dessen innerer Fläche bald Falten, bald vielseitig gestaltete häutige Vorsprünge sich zeigen, in denen die Eier sich so entwickeln, daß sie bei dem Durchbruche nach ihrer Ausbildung in die Höhle des Eierstocksackes fallen. Gewöhnlich sind die Eierstöcke paarig, zuweilen aber auch in der Mitte verschmolzen. Nach hinten verlängert sich der Eierstock unmittelbar in den Eileiter, der bald früher, bald später sich mit demjenigen der andern Seite vereinigt und unmittelbar hinter dem After auf einer zwischen diesem und der Harnöffnung gelegenen Warze sich nach außen mündet. Bei einigen Knochenfischen, welche lebendige Junge gebären, ist das hintere Ende des Eileiters erweitert, sodaß es die sich entwickelnden Eier aufnehmen kann. Bei mehrern Ganoiden bildet der Eierstock eine für sich abgeschlossene Masse und der Eileiter, der gewöhnlich lang und gewunden ist, hat jederseits eine weite trompetenförmige Oeffnung in der Bauchhöhle, in welche die Eier nach dem Austritte aus dem Eierstocke gelangen und so nach außen geführt werden. Bei den Quermäulern endlich findet sich bald ein unpaariger, bald ein paariger Eierstock, der stets eine abgeschlossene Masse bildet und mit den paarigen Eileitern in keiner directen Verbindung steht. Die Eileiter selbst treten bei diesen Fischen in der Mittellinie unmittelbar an der Leber zusammen und haben hier eine gemeinschaftliche Oeffnung, von der aus sie nach beiden Seiten in die Bauchhöhle herabsteigen. Nach kurzem Verlaufe zeigt sich an jedem Eileiter eine dicke, wohlausgebildete Drüse, deren Absonderung ohne Zweifel die Eiermassen der Eier bildet. Nach dem Durchgange durch diese Drüsen erweitert sich jeder Eileiter beträchtlich und bildet eine Art Gebärmutter, in welcher sich die Jungen weiter entwickeln; die beiden Uteri münden gemeinschaftlich durch einen weiten Kanal in die hintere Wand des Mastdarms ein, wodurch eine dreifache Kloake gebildet wird. Die männlichen Geschlechtstheile sind etwa nach demselben Typus angeordnet. Die Hoden (Milche) nehmen zur Zeit der Geschlechtsreife die Bauchhöhle fast in ihrer ganzen Länge ein und hängen bei den Knochenfischen unmittelbar mit den Samenleitern zusammen, die ähnlich wie die Eileiter verlaufen. Bei den Rochen und Haien finden sich einzelne kugelförmige Hodenblasen, aus welchen die Ausführungsgänge zu einem verschlungenen Samenleiterhoden gehen, aus dem der Samenleiter hervorgeht, der von drüsenartigen Gebilden umgeben ist. Sie besitzen bare äußere Anhänge neben dem After, welche den männlichen Quermäulern bei der Begattung dienen. Bei den Ganoiden gelangt der Samen in die Bauchhöhle und wird von einem dem Eileiter ähnlichen Samenleiter nach außen geführt.

Bei allen Fischen tritt die Laichzeit nur während des Jahres ein; sie halten sich in Scharen zusammen und viele kommen aus der Tiefe an die Oberfläche um die befruchteten Eier an Steine abzulegen. Die größern Wanderungen, welche die Flußfische, wie Lachse und Alosen, zu gewissen Zeiten unternehmen, sowie die großen Züge vieler Seefische, wie der Sardellen, Heringe und Thunfische, die man früher eine weit größere Ausdehnung gaben, finden ihre Erklärung hauptsächlich in dem Fortpflanzungstriebe. Gewöhnlich geschieht die Befruchtung in der Weise, daß Eier wie Samen von den einanderschwimmenden Fischen dem Wasser übergeben werden und dieses die Befruchtung vermittelt, denn auch nichts leichter ist als durch künstliche Befruchtung zahlreiche Fischbrut zu erzielen, was in neuerer Zeit in industrieller Hinsicht wichtig geworden ist. Die Zucht der Forellen und Lachse hat an vielen Orten durch dieses Verfahren einen bedeutenden Aufschwung genommen. Es besteht dasselbe einfach darin, daß man den zur Laichzeit gefangenen Weibchen die Eier, welche beim leisesten Druck aus der Genitalöffnung hervortreten, in eine Schüssel mit Wasser abstreicht, dann ein Männchen auf ähnliche Weise ausdrückt und die milchige Samenflüssigkeit wohl in dem ganzen Wasser über die Eier vertheilt. Diese sind nach kurzer Zeit vollständig befruchtet und brauchen nur in einem geeigneten Wasser, welches für die Forellen klar und fließend sein muß, auf Kiesboden gehalten zu werden, um ihre vollständige Entwickelung durchzumachen und nach vier Wochen die jungen Forellen ausschlüpfen zu lassen. Diese werden man während der ersten zwei Jahre in einem gegen vor Raubzeug geschützten Weiher, der frischen Zufluß hat, halten, und kann sie erst nach dieser Zeit sich selbst überlassen, wenn man nicht bedeutende Einbuße an der Zahl der Züchtlinge haben will. Die meisten Fische zeigen durchaus keine Sorge für ihre Brut und begnügen sich meistens damit, einen gedeckten Ort für die Ablage ihrer Eier zu finden; von einigen dagegen, wie von den Stichlingen ist es bekannt, daß die Männchen ein förmliches Nest bauen, welches sie gegen Angriffe zu vertheidigen suchen und so lange hüten, bis die Jungen vollständig entwickelt sind. Andere, wie die Meernadeln und Seepferdchen, haben eine außen am Bauche entwickelte

ıfstätte (Tasche, Wabenzellen), die das Männchen
gt und in der sich die Jungen entwickeln; viele
ren lebendige Junge, indem das Ei in einer Er-
terung des Eierstocks sich ausbildet, und bei einem
i (Mustelus laevis) hat man sogar eine innigere
rbindung der Frucht mit dem Eileiter, eine Art
ı Placenta entdeckt.

Die meisten Fische sind Raubfische und nähren sich
weder von Thieren derselben Klasse oder von an-
n Geschöpfen, Krebsen, Muscheln, Insektenlarven
i. w., die sich im Wasser aufhalten. Nur wenige
nügen sich mit Pflanzennahrung. Die meisten leben
Meere, und zwar wird die Zahl der Familien
ı Arten im ganzen um so ansehnlicher, je weiter
n gegen die tropische Zone vordringt.

Einige Ordnungen, wie die Quermäuler, sind durch-
s auf das Meer, andere Familien, wie Karpfen
d Hechte, auf das süße Wasser eingeschränkt; doch
t es manche Familien und selbst Gattungen, in
elchen die einen Arten das süße Wasser, die andern
s Meer bewohnen, und viele Arten existiren, welche
wöhnlich in dem Meere sich aufhalten, zur Laichzeit
er oft ziemlich weit in die Flußmündungen hinauf-
igen, um sich dort ihrer Eier zu entledigen. Die
lafische, Lachse u. s. w. sind in diesem Falle.

Unterklasse der Urfische (Palaeichthyes).

Herz mit einem muskulösen Arterienstiel; Mitteldarm mit einer Spiralklappe; Sehnerven ein wahres Chiasma bildend.

Alle übrigen Charaktere sind in dieser Unterklasse sehr verschieden. Das Skelet entwickelt sich von den niedersten Stufen mit bleibender Chorda und knorpeligem Primordialschädel bis zu eingelenkten Wirbeln, in denen mancher Reptilien nicht nachstehen, und es scheint fast als existire eine Art von Antagonismus zwischen der Ausbildung der innern Organe und derjenigen des Skelets. Die Zusammengehörigkeit der Fische, welche diese Unterklasse zusammensetzen, ist erst neuerdings durch die Entdeckung einiger neuer Typen, sowie durch die Verwandtschaft mit den ältesten Fischen durch Günther nachgewiesen worden.

Hauptordnung der Ganoiden (Ganoidei).

Kiemen frei, mit einem Kiemendeckel. Stets eine Schwimmblase mit offenem Luftgang oder Lungen.

Ordnung der Lurchfische (Dipnoi).

Zwei durchgehende Nasenlöcher, die sich in den Mund öffnen. Ausgebildete Lungen und Kiemen mit Kiemendeckel, aber ohne Kiemenhaut. Persistirende Chorda. Paarige Flossen mit einem Achsenskelet, von welchem entweder keine oder zu beiden Seiten Strahlen abgehen. Körper mit Schuppen bedeckt, hinten von zusammenhängender Embryonalflosse umzogen.

Die Fische, welche dieser Ordnung angehören, wurden in den süßen Gewässern des tropischen Südamerika, Westafrikas und ganz neuerdings Australiens entdeckt. Der Körper ist durchaus fischähnlich, die Augen klein, die Nasenlöcher an der Spitze der Schnauze gelegen. Die großen runden, dachziegelförmig übereinanderliegenden Schuppen, mosaikähnlich zusammengesetzt, gehen noch bis über die Kiemenspalte, die von einem Kiemendeckel gedeckt ist, nach vorn. Die Extremitäten sind lang, bei den einen fast ganz auf die Achse reducirt, bei den andern mit zu beiden Seiten ausgehenden Strahlen, die aber stets von Haut umhüllt sind, sodaß die Flossen eine große Aehnlichkeit mit denen der ausgestorbenen Seedrachen (Ichthyosaurus) zeigen. Um den Hinterkörper zieht sich eine homocerke, nach hinten zugespitzte, senkrechte, durch innere Knorpel- und äußere Hornstrahlen gestützte Flosse. Die Wirbelsäule der Lurchfische wird von einem ungetheilten Knorpelstabe, einer Chorda, repräsentirt, den eine Faserscheide umgibt, von welcher nach oben und nach unten knöcherne Wirbelbogen abgehen, welche das Rückenmark und die Aorta umschließen; nach vorn setzt sich die Wirbelsaite unmittelbar in den aus einer einzigen Knorpelkapsel bestehenden Schädel fort, an welchem einige mehr oder minder unzusammenhängende Deckplatten verknöchert sind. Sehr eigenthümlich ist die Bezahnung, indem vorn unter dem Schädel an dem Theil, welcher den Oberkiefer darstellen soll, entweder hohe, senkrechte, schneidende oder breite, nach außen gefaltete Zahnplatten festgewachsen sind, denen ähnliche Platten im Unterkiefer entsprechen. Die Flossen sind verschieden gestaltet, ebenso die Kiemen und Lungen. Die Nasenlöcher führen in den Mund, vor den an der Gaumendecke angebrachten Zähnen.

Familie der Lurchschupper (Sirenida). Extremitäten griffelförmig, nur die Achse vollständig ausgebildet, sehr kleine Strahlen an der innern Seite, von Haut umhüllt. Hintere Extremitäten sehr weit nach hinten gestellt. Die Nasenlöcher führen in eine weite Nasenkapsel, deren beide Gänge nach unten in die Mundhöhle kurz hinter der Schnauzenspitze geöffnet sind. Hinter den Kiemenspalten findet sich in der vordern Wand des Schlundes eine Stimmritze, welche in eine weite, von Knorpeln gestützte Stimmlade und in zwei wohlausgebildete zellige Lungensäcke führt, die durch rein venöses Blut vom Herzen aus gespeist werden und arterielles Blut in den Strom der Aorta abgeben. Mundspalte ziemlich weit; Zähne senkrechte, schneidende Platten. Kiemenspalte klein. Hinter der Kiemenspalte drei wohlausgebildete Bogen von Kiemenblättchenreihen, zwischen welchen ganz in derselben Weise wie bei den Fischen die Kiemenspalten in den Schlund durchgehen; außerdem finden sich noch zwei Kiemenbogen, welche keine Blättchen enthalten und deren Arterien unmittelbar ohne Verzweigung in die Aorta übergehen, sodaß also das aus dem Herzen kommende Blut entweder in die Kiemenblättchen eingehen, oder, wenn diese ihre Function versagen, unmittelbar durch die Arterien der blättchenlosen Kiemenbögen in die Lungenarterie gelangen kann. Im Arterienstiel des Herzens zwei große Längsklappen. Die Eierstöcke bilden geschlossene Säcke; die Eileiter beginnen mit einer erweiterten Oeffnung in der Bauchhöhle. Die Thiere leben in süßen Gewässern der Tropenzone, graben sich beim Vertrocknen derselben in den Schlamm ein und machen sich ein innen geglättetes, kugeliges Nest aus hartem Thon, mit einem Loche, durch welches sie athmen können. Lepidosiren paradoxa, bis 1 Meter lang, in dem untern Gebiet des Amazonenstroms; Protopterus annectens (Taf. 22, Fig. 1) am Senegal und Gambia, mit drei büschelförmigen äußern Kiemen, ähnlich denen der Salamanderlarven.

Familie der Hornzähner (Ceratodontida). Unterscheidet sich von den vorigen durch doppelte Nasenlöcher im Gaumen, platte, außen gefaltete und in Spitzen auslaufende Platten von Zähnen hornartiger Structur; durch die ruderförmigen, verlängerten, abgeplatteten und mit Schuppen bedeckten paarigen Flossen, von welchen die hintern weiter nach vorn unter dem Bauche stehen; durch vier ausgebildete Kiemenboge- und eine Nebenkieme am Kiemendeckel; durch e einfache, zellige Lunge; durch den mit mehrern qu

Klappenreihen besetzten Aortenstiel und die aus Blättern zusammengesetzten Eierstöcke. Ceratodus Forsteri in Queensland (Australien), bis 6 Fuß lang.

Ordnung der Kiemenathmer (Branchiospiri).

Weder durchgehende Nasenlöcher noch Lungen. Athmen nur durch Kiemen. Brust- und Bauchflossen stets vorhanden, ebenso eine Kiemenhaut mit Strahlen oder Deckeln.

Das Skelet dieser Fische beginnt mit Formen, welche denjenigen der Lurchfische analog sind. Eine ungetheilte Wirbelsaite mit fibröser Scheide und von dieser ausgehenden, zu Rohren sich ausbildenden häutigen Fortsetzungen, in denen sich obere und untere knöcherne Bogenstücke zur Umfassung des Rückenmarks und der Aorta bilden und eine ungetheilte, vollkommen knorpelige Schädelkapsel zur Umschließung des Gehirns und der wesentlichen Sinnesorgane bezeichnen diesen ersten Bildungsgrad des Skelets, wie er zum Beispiel beim Stör vorhanden ist. Indeß finden sich bei diesem Zustande des innern Skelets doch stets äußere Deckplatten, die bald nur der Haut, bald dem gewöhnlichen Systeme des Skelets angehören und die sich namentlich in dem Gesichtsantheile entwickeln, sodaß es wol keinen kiemenathmenden Ganoiden gibt, welchem festere Platten auf dem Kopfe und der Stirne oder gar die Kieferknochen, der Hängegürtel des Unterkiefers und der Kiemendeckel fehlten. Bei weiterer Ausbildung des Skelets zeigen sich förmliche Deckknochen des Schädels vollständig nach dem oben auseinandergesetzten Plane der knöchernen Kopfbildung entwickelt, und ihre Ausbildung nimmt nach und nach in der Art zu, daß die ursprüngliche Schädelkapsel gänzlich verschwindet und nur ein knöcherner Schädel vorhanden ist, der sämmtliche Knochen besitzt, welche überhaupt an dem Fischschädel vorkommen, ja bei einigen Apparaten, wie namentlich beim Unterkiefer, zuweilen eine Zusammensetzung zeigt, welche sonst nur bei den Reptilien vorkommt. In gleicher Weise geht die Ausbildung der Wirbelsäule vor sich. Knöcherne Wirbelkörper entstehen, nehmen an Umfang zu, verdrängen nach und nach die zellige Knorpelsubstanz der Chorda und es zeigen sich alle Zwischenformen von dem zellig verknöcherten Wirbelkörper der Haie durch die doppelt gehöhlten Wirbel der gewöhnlichen Knochenfische hindurch bis zu den Wirbeln der höhern Thiere, indem bei dem Knochenhechte (Lepidosteus) jeder Wirbel an seiner vordern Fläche mit einem vorspringenden Gelenkkopfe versehen ist, der in eine Pfanne des vorhergehenden Wirbelkörpers paßt, eine Bildung, welche sogar nur bei diesem einzigen Fische, sonst nur bei Amphibien und Reptilien vorkommt.

Hinsichtlich der Flossen bemerkt man einen ähnlichen fortschreitenden Wechsel der Formen. Brustflossen finden sich stets, meist sehr vollständig entwickelt, ebenso Bauchflossen, immer abdominal, gewöhnlich weit nach hinten gerückt, niemals unter der Kehle.

Die senkrechten Flossen sind wohlentwickelt und stets abgetheilt; die Schwanzflosse bei einigen heterocerk, sodaß die Wirbelsäule sich in den obern Lappen fortsetzt, bei andern homocerk und fast immer nur durch weiche Strahlen gestützt. Auf der Firste der Schwanzflosse finden sich zuweilen spitze Knochenschindeln, die Flossenschindeln (Fulcra) genannt werden und diesem Rande ein gezähneltes Ansehen geben.

Allen kommen als Angehörigen der Hauptordnung der Ganoiden eine Spiralklappe im untern Theile des Darms, taschenförmige Klappen in dem muskulösen und selbständig pulsirenden Arterienstiele des Herzens zu. Dagegen sind die Nasenlöcher nach [illegible] schlossen und haben keine Communication in den [illegible] Alle haben kammförmige, freie, auf Bogen [illegible] durch Spalten in den Rachen getrennte Kiemen, [illegible] nur eine äußere Kiemenspalte, welche von einem [illegible] deckel geschlossen werden kann, und eine Kiemen[illegible] in welcher bald Strahlen, bald nur ein einziger [illegible] thürartiger dreieckiger Knochen jederseits entwickelt [illegible] der mit dem Knochen der andern Seite den [illegible] zwischen den Kieferästen ausfüllt. Bei allen [illegible] Schwimmblase vorhanden, die mit einem offenen [illegible] gewöhnlich in die obere, in einem Falle aber in [illegible] seitliche untere Wand des Schlundes einmündet [illegible] die gewöhnlich glatt, zuweilen aber von starken [illegible] bündeln zellig durchzogen ist, sodaß sie viele Aehn[illegible] keit im äußern Ansehen mit einer Amphibien[illegible] zeigt. Außer den gewöhnlichen Kiemen kommt [illegible] dem Kiemendeckel oft eine besondere halbe Kieme [illegible] zu welcher zuweilen noch eine falsche Kieme (Pseudo[illegible] branchie) im Grunde der Kiemenhöhle und ein Spritz[illegible] loch auf der obern Fläche des Kopfes hinzutritt; [illegible] Kiemendeckelkieme, Pseudobranchie und Spritzloch kommen indeß in so vielfachen wechselseitigen Combinationen vor, daß diese Charaktere nicht als constante betrachtet werden können. Dagegen findet sich ein sicheres Merkmal der Ordnung in dem Umstande, daß die Sehnerven sich nicht, wie bei den Knochenfischen, in Weise kreuzen, daß jeder in das Auge der entgegengesetzten Seite geht, sondern daß, wie bei den Knorpelfischen, beide Sehnerven in der Mittellinie zusammenkommen, dort mit den zugewandten Rändern verschmelzen und so ein wahres Chiasma bilden, worauf jeder zu dem Auge seiner Seite tritt. Eine [illegible] Uebereinstimmung mit den Knorpelfischen findet sich in der Bildung der Geschlechtstheile bei den Knochenfischen, indem die Eierstöcke vollkommen abgeschlossen, die langen, gewundenen Eileiter aber sich mit einem offenen Trichter frei in die Unterleibshöhle in der Nähe des Eierstocksgekröses einmünden.

Die Hautbekleidung der Ganoiden war es [illegible] welche auf ihren Unterschied von den gewöhnlichen Knochenfischen bei Betrachtung der Fossilen hinlenkt. Wir finden in derselben eine dreifache Verschiedenheit, die, da sie auch mit andern Organisationsverhältnissen zusammenstimmt, zum wesentlichen Merkmale der Unterordnungen dienen kann. Bei den Panzerganoiden (Loricati) ist die Haut entweder ganz nackt oder mit großen Knochentafeln gepanzert, welche einzeln in der Haut eingegraben liegen; bei den Eckschuppern (Rhombiferi) finden sich viereckige, dicke, dachziegelförmig in Reihen gestellte Knochenschuppen, die auf ihrer Außenfläche mit einer Schmelzlage überzogen sind; bei den Rundschuppern (Cycliferi) endlich zeigen sich runde, dachziegelförmig gestellte Schuppen in ähnlicher Weise gebildet, wie bei den übrigen Knochenfischen.

Unterordnung der Panzerganoiden (Loricati).

Haut nackt oder mit Knochentafeln gepanzert. Wirbelsaite persistirend.

Die Haut ist nackt oder mit Knochentafeln von poröser Structur gepanzert, die in der Lederhaut eingewickelt sind, auf dem Schädel immer zusammenstoßen und dort mit dem innern Schädelskelet sich verbinden, aber niemals übereinandergreifen. Das Skelet steht demjenigen der Lurchfische am nächsten. Es findet sich stets eine ungetheilte Wirbelsaite (Skelet des Störs, Acipenser sturio, Taf. 22, Fig. 12), auf welcher obere und untere Dornfortsätze aufsitzen, die knöchern sind. Die Schädelkapsel ist durchaus knorpelig, aber

ckplatten überkleidet, die dem Hautskelet angeDas Kiefergerüste ist knöchern und in seinen n getrennten Stücken erkennbar, doch zeigt sich er eine niedere Bildung in dem Umstande, daß ngebogen des Unterkiefers und des Zungennach nicht getrennt, sondern in einem einzigen verbunden sind, sodaß derselbe Knochen die des Unterkiefers und des Zungenbeinhorns n trägt. Der Mund dieser Fische liegt auf tern Seite des Schädels, mehr oder minder ter der Schnauzenspitze, er ist gewöhnlich zahnr nur in der Jugend mit kleinen Zähnchen be, die später ausfallen.

lie der Störe (Acipenserida). Der Körper ische ist langgestreckt, walzenförmig, der Kopf rückt, die Schnauze weit nach vorn verlängert, der Mund in bedeutender Entfernung von der enspitze auf der Bauchfläche angebracht ist. gen sind klein, rund, der Kiemendeckelapparat wickelt, das Flossensystem mächtig ausgebildet, ch große Brust- und Bauchflossen, gewöhnlich ch hinten gestellte Rücken- oder Afterflossen und elförmige heterocerke Schwanzflosse finden, deren e Firste meist mit spitzen Schindeln bedeckt ist. rk beschildete Kopf mit schmaler, dreieckiger, Schnauze, an deren Unterfläche sich besondere en befinden, mit zahnlosem Maule, das trichtervorstreckbar ist und nur eine geringe Spalte n einer Nebenkieme auf dem Kiemendeckel, bald bald ohne Spritzloch und mit knochenbeschildeter Die Knochenschilder bilden hier meist rhomboidale , deren Mitte haken- oder nagelförmig aufgeist; gewöhnlich stehen diese Platten in Reihen, nander nicht berühren; doch finden sich an dem nze kleinere Tafeln oder auch in Reihen gestellte idale Schuppen, welche die ganze aufgebogene des Schwanzes in dem obern Flossenlappen en. Die großen Fische (der Hausen, Acipenser , wird bis 25 Fuß lang) sind über die nördZonen beider Erdhälften verbreitet, wesentlich sser, aber auch in den Meeren. Ihre Fischerei ameilich in den nördlichen Gegenden des Conders, besonders in Rußland, außerordentlich wichtig der Bevölkerung, welcher die großen Fische einen lichen Nahrungszweig und in den eingesalzenen (Caviar) sowie in den getrockneten Schwimm(Hausenblase) wichtige Handelsartikel liefern. gebildete Art, der Sterlet (Acipenser ruthenus,), ist besonders seines Fleisches wegen

der Familie der Löffelstöre (Spatularida) ist die ganze Haut bis auf die Schindeln der flosse vollkommen nackt, die Schnauze in ein dünnes, spatelförmiges Blatt ausgezogen, das Länge des ganzen Körpers erreicht, das Maul gespalten, in der Jugend mit kleinen Zähnchen die sich später verlieren, und der Kiemendeckel lange, häutige Spitze ausgezogen; ein kleines loch findet sich hinter dem Auge. (Spatularia; don). Die Löffelstöre kommen nur in den großen Nordamerikas vor.

terordnung der Eckschupper (Rhombiferi). Der Körper ist mit dicken rhombischen henschuppen gepanzert, die dachziegelig übereinanderliegen und eine äußere melzlage haben.

aus feinröhriger Zahnsubstanz bestehende ist durchaus glatt bei den lebenden Familien. Schuppen liegen in schiefen Reihen von oben und vorn nach unten und hinten so übereinander, daß der untere scharfe Rand der obenliegenden Schuppe einen Theil der untenliegenden deckt. Meist schicken sie noch Knochenfortsätze nach hinten fort. So wird ein äußerst fester und zugleich solider Panzer um den ganzen Körper gebildet. Auf dem Kopfe finden sich keine Hautknochen, wie bei den vorigen; die Deckplatten gehören dem knöchernen Schädel an. Die Flossen sind wohlausgebildet; die Bauchflossen unter allen Umständen weit nach hinten gerückt. Die Ausbildung des Skelets ist verschieden: bei den Flösselhechten sieht man die Bildung der gewöhnlichen Knochenfische mit Doppelkegelwirbeln, während bei der andern lebenden Gattung (Lepidosteus) jener höchste Grad der Entwickelung des Fischwirbels, welcher überhaupt erreicht wird, vorkommt, wo die Wirbel durch Gelenkköpfe und Pfannen miteinander verbunden sind. Eine gleiche successive Ausbildung findet sich in der Structur der Schwanzflosse, indem dieselbe bei den Knochenhechten heterocerk, bei den Flösselhechten homocerk ist. Das Maul ist stets mit Zähnen bewaffnet.

Die Familie der Flösselhechte, Polypterida (Flösselhecht, Polypterus bichir, Taf. 22, Fig. 10) erscheint nur durch eine einzige, jetzt in den großen Flüssen Afrikas, namentlich im Nil und im Senegal lebende Gattung repräsentirt. Der Kopf dieser Fische ist stark abgeplattet, vorn rundlich, die Mundspalte weit, mit kleinen Hakenzähnen bewaffnet, zwischen welchen ganz kleine Bürstenzähnchen stehen. Hinter den kleinen Augen, die fast auf der obern Fläche des Kopfes angebracht sind, findet sich in der Mitte des Scheitels etwa auf jeder Seite ein Spritzloch, welches mit einer knöchernen Klappe verschlossen werden kann. Der Leib ist langgestreckt, cylindrisch, die Eckschuppen, welche ihn decken, klein, aber doch deutlich, die Brustflossen rundlich, von einer breiten, gestielten, abgerundeten, beschuppten Ruderplatte getragen. Die Rückenflosse ist in eine Menge einzelner Stacheln zerlegt, die, vollkommen voneinander getrennt, den ganzen Rücken behaupten und deren jeder an der hintern Fläche ein Fähnchen von mehrern gegliederten Strahlen mit ausgespannter Flossenhaut trägt. Der After liegt sehr weit nach hinten, sodaß der Schwanz nur kurz ist; die Schwanzflosse selbst ist homocerk und von rundlicher Gestalt. Die Kopfknochen sind an ihrer äußern Fläche von einer granulirten Schicht spröder, glasartiger Schmelzmasse überzogen. Eine Deckelkieme fehlt durchaus, ebenso eine Pseudobranchie. Die Schwanzflosse hat keine Schindeln; statt Strahlen findet sich in der Kiemenhaut nur eine große dreieckige Knochenplatte auf jeder Seite; die Nasenhöhlen sind äußerst complicirt aus gewundenen Höhlen gebildet; die Schwimmblase aus zwei ungleichen Säcken zusammengesetzt, die sich in einen gemeinschaftlichen kurzen Luftgang vereinigen, welcher sich auf der Seite nahe der untern Mittellinie in den Schlund öffnet.

Die Familie der Knochenhechte (Lepidosteida) oder Kaimanfische (Knochenhecht, Lepidosteus osseus, Fig. 9) besteht aus gewaltigen Raubfischen, welche die großen Flüsse Nordamerikas bewohnen. Der Kopf dieser Fische ist kegelförmig, oft in eine lange, spitze Schnauze ausgezogen, welche gänzlich, oben wie unten, mit doppelten Reihen von Zähnen besetzt ist. Es finden sich nämlich in den ungemein langen Kiefern einzelne große, spitze, kegelförmige Fangzähne, die auf besondern Sockeln stehen und zwischen welchen zahlreiche kleine Bürstenzähnchen zerstreut sind. Die großen Zähne sind der Länge nach gestreift, und untersucht man ihre Structur genauer, so findet man, daß diese Streifen durch Faltungen

der Zahnsubstanz entstehen, welche wie ein grobes Tuch im Umkreise der Zahnhöhle ein- und ausgebogen ist. Die Nasenlöcher befinden sich ganz vorn an der Spitze der Schnauze, die kleinen runden Augen auf der Seite in geringer Höhe über dem Mundwinkel. Ein Spritzloch fehlt durchaus, die Kiemenhaut enthält drei getrennte Strahlen auf jeder Seite, der Oberkiefer ist in viele einzelne zahntragende Stücke getheilt; an dem langen, gestreckten Leibe stehen die Flossen weit nach hinten, sodaß eine gewisse Aehnlichkeit mit der Schwanzform unsers gewöhnlichen Hechtes existirt. Die Rückenwirbel sind miteinander durch Gelenkköpfe und Pfannen eingelenkt, die Schwimmblase einfach, aber stark zellig und auf ihrem ganzen Umfange mit Muskelbalken versehen; sie öffnet sich in die hintere Wand des Schlundes.

Unterordnung der Rundschupper (Cycliferi).

Runde, dachziegelförmig übereinanderliegende, dünne Schuppen.

So wie in der Beschuppung, so schließen auch in mancher andern Beziehung die Fische dieser Unterordnung sich am nächsten an die Knochenfische an, sodaß es schwer hält, die Grenze zwischen wirklichen Ganoiden und einigen Gattungen zu finden, die bisher namentlich der Familie der Heringe angereiht wurden. Die so scharf ausgeprägten anatomischen Kennzeichen der Ganoiden gehen allmählich zu Grunde; während die ganze Structur des Schädels, der Wirbelsäule, der Flossen sich aufs engste an die Knochenfische anschließt, sieht man den Muskelbeleg am Aortenstiele allmählich geringer werden und die Zahl der Klappen im Innern abnehmen, sodaß bei der einen lebenden Gattung (Amia) nur noch zwei Reihen kleiner taschenförmiger Klappen existiren, vor denen sich zwei große Segelklappen befinden.

Ebenso nimmt die Ausbildung der Spiralklappe in dem Darme außerordentlich ab, sodaß sie kaum noch zwei und eine halbe Schraubenwindung in demselben bei den Kahlhechten zeigt. Eine Deckelkieme oder statt deren wenigstens ein aus der Kiemenarterie unmittelbar entspringender Ast zu dem Kiemendeckel fehlt in dieser Unterordnung durchaus, während eine Augendrüse, der Netzhautspalt und der Sichelfortsatz im Auge, die sonst allen bisher aufgezählten jetztlebenden Ganoiden fehlen, bei dieser Unterordnung vorhanden sind. Ebenso fehlen allgemein die Schindeln oder Stacheln an den Flossen, die stets nur weiche Strahlen besitzen; dagegen zeigen sich die Sehnerven in derselben Weise angeordnet, wie in den Knochenfischen.

In der Familie der Kahlhechte (Amida), welche einzig die Unterordnung in der heutigen Schöpfung in den Flüssen Carolinas repräsentirt, finden sich glatte Schuppen mit deutlichen Anwachsstreifen, die zuweilen zellig in der Mitte sind, meist aber dieselbe Hornsubstanz zeigen, wie die Schuppen der gewöhnlichen Knochenfische, wenn auch eine dünne Schmelzlage darüber hingebreitet ist. Der Körper dieser Fische ist schlank, gestreckt, spindelförmig; die Knochen des Kopfes meist auf ihrer Oberfläche mit Schmelz überzogen und die darüber ausgespannte Haut so dünn, daß sie vollkommen nackt erscheinen. Die Schwanzflosse homocerk, die Kiefer mit kleinen kegelförmigen Zähnen, zwischen denen zuweilen noch winzige Bürstenzähnchen stehen, bewaffnet.

Hauptordnung der Knorpelfische (Selachii oder Chondropterygii).

Skelet knorpelig, aber das Rückgrat in Wirbel getheilt. Paarige Flossen stets vorhanden. Spiralklappe im Darm, muskulöser Aortenstiel, Chiasma der Sehnerven. [illegible] Schwimmblase. Aeußere Begattungsorgane beim Männchen.

Der Schädel (Skelet vom Stachelhai, [illegible] acanthias, Taf. 22, Fig. 5: a Schädel, b [illegible] c Zungenbogen, d Unterkiefer, e Oberkiefer, [illegible] knorpel, 1, 2, 3, 4, 5 Kiemenbogen, 51, 52 [illegible] gürtel, k l Brustflosse, n Wirbelbogen, t [illegible] p l Querfortsätze der Wirbel) besteht nur [illegible] einzigen Knorpelkapsel, die das Gehirn und [illegible] lichen Sinnesorgane umschließt. Die Unter[illegible] Kapsel bildet zugleich das Gaumengewölbe, [illegible] bei einer Ordnung, den Seekatzen, die [illegible] unmittelbar ansitzen, wie bei den Lurchfischen, [illegible] bei der andern ein beweglicher Oberkiefer ent[illegible] Schädel selbst ist nur von Haut überzogen, [illegible] tiefungen aber oft so mit Fett und Sulze [illegible] daß die Kopfform des lebenden Thieres oft [illegible] der Form des Schädels abweicht. Hinsichtlich Ausbildung der Wirbelsäule herrscht [illegible] schiedenheit. Bei den Seekatzen existirt noch [illegible] sistente Chorda, die sich ohne Gelenk in die [illegible] kapsel fortsetzt, deren Scheide der Rückenkanal bildet und auf welcher sich knöcherne [illegible] erste Andeutung der Wirbelkörper ausgeschieden [illegible] bei einigen Haien hat die Chorda im Innern [illegible] wände zur Andeutung der Wirbelkörper [illegible] übrigen bilden die Wirbelkörper Doppelkegel, [illegible] nur netzartig verknöchert sind. Ueberall kommen [illegible] und untere Fortsätze und Bogen vor, oft [illegible] stücken. Die paarigen Flossen sind stets [illegible] verschiedener Weise entwickelt. Bei Seekatzen [illegible] entspricht der Schultergürtel demjenigen der [illegible] fische; bei den Rochen aber (Skelet des Glatt[illegible] [Raja batis] von oben, Fig. 2: 19 Rücken[illegible] 8, 9, 10 vorderer, 11 hinterer Trageballen der [illegible] flosse; 12 Strahlen der Brustflosse; 7 Anal[illegible] 52, 55 Schultergürtel, theilweise verwachsen [illegible] Wirbelsäule; 63 Beckengürtel; 7 Bauchflosse; [illegible] ger derselben; C knorpeliger Begattungsorgan. [illegible] sind die Schultergürtel nicht nur hinten [illegible] nach unten geschlossen, sodaß sie das Herz und [illegible] sondern sie schicken auch noch säbelförmig [illegible] horizontale Tragebalken nach vorn und [illegible] den Kopf und die Bauchhöhle eingrenzen, und [illegible] an den Beckengürtel sich anlehnen, nach [illegible] vor der Schnauzenspitze zusammenstoßen, [illegible] an den äußern Rand dieser vordern und [illegible] Trageknochen angehefteten Flossenstrahlen eine [illegible] Scheibe darstellen, welche horizontal zu beiden [illegible] des Körpers sich erstreckt. Die Bauchflossen [illegible] stets vorhanden und unter allen Umständen [illegible] hinten in die Nähe des Afters gerückt, [illegible] in der ganzen Ordnung weder Kehl- noch [illegible] finden. Bei den Männchen sind die [illegible] der innern Seite mit besondern cylindrischen [illegible] anhängen versehen, die als Klammerorgane [illegible] scheinen und als äußerer Charakter der [illegible] verschiedenheit benutzt werden können. Ueberall [illegible] sich die senkrechten Flossen, und mit Ausnahme [illegible] Brustflossen der Rochen auch die paarigen [illegible] von einer ungemein großen Menge hornige[illegible] Strahlen gestützt, die durchaus keine Aehnlichkeit [illegible] den Flossenstrahlen der übrigen Fische zeigen. [illegible] dem kommen an den Rückenflossen, und einigen [illegible] diesen, zuweilen stachelige Strahlen von höchst [illegible] thümlicher Bildung vor. Eine jede Flosse besitzt [illegible] lich dann nur einen einzigen, großen, starken, [illegible] meist säbelförmig gekrümmten und an der [illegible] Kante sägeartig gezähnten Stachel, der auch

Zahnsubstanz gebildet, innen hohl und nach wie eine Schreibfeder zugeschnitten ist. Mit kielartigen Basis sitzt der Stachel auf einem beweglichen Knorpelzapfen auf, in ähnlicher wie das hohle Horn eines Ochsen auf dem zapfen, der es trägt. Bei vielen Rochen stehen Stacheln in Form gerader, pfeilähnlicher Waffen widerhaken an dem Schwanze isolirt und bilden fürchtete Waffe, die gerissene Wunden schlägt, schwer heilen.

Haut der Knorpelfische ist entweder ganz nackt mit einer eigenthümlichen Art harter Gebilde be- welche sie von allen übrigen Fischen unter- In einzelnen Fällen sind diese Hautbedeckungen ige, gekrümmte Dornen, die aus echter Zahn- bestehen und in eine Unterlage von schwam- Gewebe eingesenkt sind, welches mit netzförmigen balken durchzogener Knorpel ist. Diese Nagel- kommen namentlich bei den Rochen vor und hier einzeln auf der Haut des Körpers oder in am Schwanze angebracht. Bei den übrigen dieser Ordnung, besonders aber bei den Haien, ganze Haut mit verschiedenartig gezackten und en Stückchen von Zahnsubstanz über und über die dann die eigenthümliche Rauhigkeit der Chagrinhaut zeigt und auch zum Poliren und en industriellen Zwecken benutzt wird.

Bezahnung des Mauls ist außerordentlich eden, doch stellen sich bei noch so sehr wechseln- Formen die Zähne stets als Hautgebilde dar, die als in die Knorpelsubstanz des Kiefers selbst, nur mit einer meist schwammigen Wurzel in ke faserige Schleimhaut des Zahnfleisches einge- sind. Es ersetzen sich diese Zähne in der Art nen nach außen, daß stets der äußere Zahn im uche ist, und sobald er sich abgenutzt hat, von dahinterliegenden ersetzt wird, der allmählich ine Stelle vorrückt. Die Kiefer der meisten und Haien bilden an ihrem innern Rande rmliche Walze, um welche die Zähne so herum- daß die alten, abgenutzten Zähne nach außen, Gebrauche stehenden senkrecht, die jungen mehr minder nach innen gerichtet und hier in einer geborgen sind, sodaß auf einem senkrechten chnitte des Kiefers die Zähne um seinen Rand lt erscheinen, wie Zacken eines Kammrades um en Achse. Structur und Gestalt der Zahnkronen äußerst verschieden. Bei den großen Raubfischen Klasse, wie z. B. den meisten Haien, finden sich rförmig zusammengedrückte, bald spitze, dolch- ige oder breite scharfe, oft sägeförmig ausgezackte ne; bei den Rochen kommen meist pflasterförmig lte, mit kegelförmigen Spitzen versehene Kronen, noch andern sogar breite Mahlplatten mit ganz er Fläche vor. Alle Thiere der Ordnung nähren indessen nur von Raub, die meisten von andern hen, wenige von Weich- oder Krustenthieren, gar e von vegetabilischen Stoffen, und in Uebereinstimmung hiermit ist ihr Magen gewöhnlich weit, Darm aber nur kurz und kaum gewunden. In mittlern Theile des Darms ist als eigenthümliches Merkmal, welches die Ordnung mit der folgenden gemein hat, die Entwickelung einer Spiralklappe zu erwähnen, welche mit ihrem Rande an Darmwandungen angeheftet, nach innen hin aber frei ist, sodaß ein Schraubengang in dem Darme gebildet ist, dem die Nahrungsmittel bei ihrem Durchgange folgen müssen. Die Athemwerkzeuge weichen in ihrer Bildung sehr von denen der übrigen Fische ab. Auf dem Kiemenbogen stehen Kiemenblätter, welche auf diesem mit ihrer Basis, aber auch ihrer ganzen Länge nach an Zwischenwände und oben an die Haut festgewachsen sind, sodaß nur der gegen die Kiemenspalte gewendete Rand frei ist. So wird eine Reihe von Säcken gebildet, die innen eine Spalte in die Rachenhöhle und meist auch eine besondere Spalte nach außen haben, sodaß man bei allen Quermäulern auf der Seite des Halses jederseits fünf, zuweilen auch sechs oder sieben Kiemenspalten sieht, die wie Knopflöcher aussehen. Nur bei den Seekatzen münden die Säcke in eine äußere, von einem rudimentären Kiemendeckel beschützte Spalte.

Bei allen Selachiern findet eine förmliche Begattung statt, zu welcher die Männchen mit knorpeligen, verlängerten Anhängen versehen sind, die sich an der Innenfläche der Bauchflossen finden und bedeutende Drüsen enthalten. Die wenigsten legen Eier (sogenannte Seemäuse) mit harten Schalen, welche in lange Fäden an den vier Zipfeln auslaufen und Spalten zum Durchgange des Wassers besitzen. Die meisten gebären lebendige Junge, die sich in einer besondern Erweiterung des Eileiters ausbilden und einen langgestielten Dottersack haben. Meist liegen die Embryonen frei in einer Art Sulze, bei einer Art aber bildet sich eine Art Dotterplacenta, indem Zotten auf der Oberfläche des Dottersackes in entgegenkommende Zotten des Eileiters eingreifen. Auch haben die Embryonen sowol an den Kiemenlöchern als an den Spritzlöchern sehr lange, fadenförmige äußere Kiemen, die aber vor der Geburt verschwinden.

Ordnung der Kleinmäuler (Holocephala).

Eine Kiemenspalte, unvollständiger Kiemendeckel, kein Hinterhauptsgelenk, kein Oberkiefer.

Einzige Familie der Seekatzen (Chimaerida). Die Fische besitzen nur eine ungetheilte Rückensaite mit obern knorpeligen Bogen und Schaltstücken dazwischen und mit untern knorpeligen Ansätzen, welche den Querfortsätzen der Fischwirbel entsprechen. Diese Rückensaite setzt sich nach vorn unmittelbar in die dicke, fast kugelförmige Schädelkapsel fort, deren vorderer Rand die fehlenden Oberkiefer ersetzt, sodaß die obern Zahnplatten unmittelbar auf der untern Fläche dieses vordern Randes der Schädelkapsel aufsitzen. Die Augenhöhlen sind ungemein groß, ebenso die Augen, die Lider dagegen fehlen. Die große, vielfach gewundene Nasenkapsel öffnet sich auf der untern Seite der von vielfachen Schleimgängen durchzogenen Schnauze vor dem kleinen, quergespaltenen Munde, der mit einfachen Zahnplatten bewaffnet ist, welche schnabelförmig vortreten, hinten platt, vorn schneidenartig zugeschärft sind; oben liegen zwei, unten nur eine solcher Platten auf jeder Seite. Der Kopf ist dick, kegelförmig; am Halse findet sich nur eine einzige Kiemenspalte von einem fingerförmigen Deckenknorpel beschützt, welche zu den in der Tiefe überall an die Zwischenwände der Kiemensäcke angewachsenen Kiemenfransen und zu den Spalten zwischen denselben führt. Die Brustflossen sind ungeheuer groß, die vordere Rückenflosse durch einen säbelförmig gekrümmten, starken Stachel gestützt, der auf einem Knorpelzapfen aufsitzt. Die Schwanzflosse ist auf der untern Seite des Schwanzes angebracht, der sich nach hinten in einen langen Knorpelfaden auszieht. Die Haut ist nackt, ohne Spur von Chagrin, nur an den zahlreichen Schleimgängen mit Knorpelstückchen um dieselben versehen. Mit Ausnahme der angeführten Eigenthümlichkeiten stimmt die Anatomie der Eingeweide namentlich hinsichtlich der vielen Klappen des Aortenstiels,

schraubenförmigen Spiralplatte des Darms u. s. w., durchaus mit der der folgenden Unterordnung überein. Die Seekatzen legen Eier mit dicker, horniger Schale. Die Spöke (Chimaera monstrosa, Taf. 22, Fig. 8) in der Nordsee.

Ordnung der Quermäuler (Plagiostomata).

Getrennte Kiemenspalten; ein Hinterhauptsgelenk; das Maul quer gestellt auf der Bauchfläche; getrennter Oberkiefer.

Die Wirbelsäule zeigt immer Wirbelkörper und ist mit dem knorpeligen Schädel durch ein Gelenk verbunden. Die weite Rachenspalte bildet einen quer zur Körperachse gestellten Bogen auf der Unterseite des Kopfes, oft weit hinter der Schnauzenspitze. Ober- und Unterkiefer sind stets mit vielfachen Reihen von Zähnen bewaffnet. Die Nasenlöcher finden sich auf der untern Seite des Kopfes, auf der obern, meist hinter den Augen, Spritzlöcher, die in die Rachenhöhle münden. Stets gesonderte Kiemenspalten, bei den Haien an der Seite des Halses, bei den Rochen auf der Bauchfläche. Meist fünf Kiemenspalten, nur bei einigen Haien (Notidanus) finden sich sechs oder sieben Kiemenspalten. Haut bald mit Nägeln und Dornen, bald mit Chagrin ausgerüstet.

Die Familie der Rochen (Rajida) besteht aus breiten, platten, scheibenförmigen Fischen, deren eigenthümliche Körpergestalt durch die sonderbare Entwickelung der Brustflossen bedingt ist. (Taf. 22, Fig. 2 Skelet des Glattrochen von oben: 19 Nasenkapsel; 8—11 Flossenträger; 12 Strahlen der Brustflosse; 7 Armknorpel; 52, 55 Schultergürtel; 63 Beckengürtel; 68 Träger der Bauchflosse V C; Begattungsanhang des Männchens.) Der Halswirbeltheil dieser Thiere ist stets zu einem einzigen Knochencylinder verwachsen. Der Schultergürtel bildet einen vollständigen Ring, welcher oben mit dem hintern Theile des Schädels verwachsen ist, unter der Rückenhaut über der Wirbelsäule zusammenstößt und nach unten zusammenkommend eine fast vollständige Kapsel für das Herz bildet. Dieser Ring trägt bogenförmig gekrümmte Flossenknorpel, von denen die einen nach hinten, die andern nach vorn sich erstrecken und dort sich mit eigenen Flossenknorpeln verbinden, welche an der vordern Schnauzenspitze des Schädels angewachsen sind. Diese Schädelflossenknorpel kommen einzig nur den Rochen zu, und durch sie, wie durch ihre Verbindung mit den Brustflossen wird jene breite Scheibe gebildet, die durch eine Menge knorpeliger Strahlen gestützt wird, welche aus einzelnen kleinen Knorpelgliederchen zusammengesetzt sind, die rings von Muskeln und Haut umgeben werden.

Auf der obern Fläche dieses scheibenartigen Körpers finden sich nun die großen lidlosen Augen und hinter ihnen die weiten Spritzlöcher; auf der untern Seite dagegen die Nasenlöcher, das breitgeschlitzte Maul und die fünf Kiemenspalten auf jeder Seite des Halses. Der Körper läuft nach hinten in einen meist dünnen Schwanz aus, auf dem sich die unbedeutenden, senkrechten Flossen finden und der zuweilen noch als Waffe, deren Wunden für gefährlich gelten, eine oder zwei lange, sägeartig gezähnte Stacheln trägt. Die kurzen dicken Kiefer sind entweder mit kleinen, pflasterförmig in Reihen gestellten spitzen Zähnchen oder mit breiten Mahlplatten bewaffnet, und in der Bildung der Zähne zeigt sich oft die auffallende Verschiedenheit, daß bei den Männchen dieselben zugespitzt, bei den Weibchen hingegen flach sind. Manche Rochen erreichen eine ungemeine Größe und ein Gewicht von 20 Centnern und mehr, so die Flügelrochen (Cephaloptera) in südlichen Meeren. Man unterscheidet viele Gruppen: die Mahlrochen (Myliobatida) mit ge... tem Kopfe zwischen den Brustflossen, einem ... am Schwanze und breiten platten Mahlzähnen; ... Pastinaken (Trygonida) mit langem Stachel, ... Pflasterzähnen; die eigentlichen Rochen (Rajida) ... Schwanzstachel mit spitzen Pflasterzähnen; die Zit... rochen (Torpedo marmorata, Fig. 3) mit ... der Scheibe und eigenthümlichem elektrischen ... parate, welcher in dem Raume zwischen den ... flossen und dem Schädel liegt und aus senk... stellten Zellensäulen besteht, mit dem sie starke ... ertheilen können; die abgebildete Art im Mittel... und endlich die Hairochen (Squatinoraja), ... spindelförmigem Körper, dickem, fleischigem Sch... und kleinen Brustflossen, welche den Kopf nicht ... reichen; der bekannte Sägefisch (Pristis antiquo... Fig. 4), an dessen langer Schnauze seitlich ... Zähne stehen, die eine Säge bilden, gehört mit ... schlanken Gestalt zu dieser Abtheilung der ...

Die Familie der Haien (Squalida) zeigt ... langen, spindelförmigen Körper, senkrecht gestellte ... flossen und einen starken fleischigen Schwanz, ... seinem Ende sich aufwärts biegt und eine ... Endflosse trägt. Die Kiemenspalten (Fig. 3 ... theil des Skelets vom Stachelhai: a ... b Nasenknorpel, c Zungenbogen, d ... e Oberkiefer, f g Lippenknorpel, 1—5 Kie... 51, 52 Schultergürtel, k Arm, l Mittelband, ... belsäule, p l Rippenfortsätze) stehen seitlich an ... die Augen haben ausgebildete Lider, die ... ist spitz und Schädelflossen fehlen durchaus; ... auf der untern Fläche der Schnauze angebrachten ... löchern steht das breite bogenförmige Maul an ... Unterfläche, gewöhnlich mit mehrern Reihen ... verhältnißmäßig großer, spitzer oder schneidender ... versehen. Gewöhnlich finden sich zwei Rücken... zuweilen durch Stacheln gestützt; die Spritzlöcher ... bald vorhanden, bald fehlen sie gänzlich. Zu ... Familie gehören die gefürchteten Raubfische ... gemeiner Gefräßigkeit, von denen einige Arten ... eine Länge von 30 Fuß erreichen und viele ... Menschen gefährlich werden.

Auch hier hat man wieder viele Gruppen ... schieden: die Mahlhaie (Cestracion) in ... mit breitem Kopf und Mahlzähnen hinten ... Kiefern, nähren sich von Muscheln; die ... (Spinacida) mit spitzen, durch große Stacheln ... Rückenflossen, ohne Afterflosse, mit spitzen ... die Glatthaie (Galeida) ohne Stacheln, mit ... haut, sehr kleinen Spritzlöchern und dreieckig ... oder platten gepflasterten Zähnen. Durch die ... und Stellung der Flossen kommen die Menz... haie (Carcharida) den vorigen nahe, unterscheiden ... sich aber durch den Mangel der Spritzlöcher und ... stets sehr scharfen, spitz dreieckigen oder zungenförmi... Zähne. Hierher der gemeine graue Hai (Carcha... glaucus, Fig. 6) im Ocean und Nordmeer, der ... 8 Meter lang wird, und der durch die seitlich ... die Breite gezogene Form des Kopfes ausgezeich... Hammerhai (Zygaena malleus, Fig. 7). ... Riesenhaie (Lamnida) mit zwei stachellosen Rücken... flossen, einer Afterflosse und großen Spritzlöchern, ... deren Augen aber die Nickhaut fehlt. Die Kiemen... spalten sind sehr groß, sodaß sie zuweilen fast um ... ganzen Hals herumreichen, alle vor den Brustflos... gelegen; die Schnauze meist lang, das Maul ... weit, die Zähne gewöhnlich zungenförmig, ungezähnt ... zuweilen mit Nebenspitzen versehen. Die Grauhaie ... (Notidanida) mit nur einer Rücken- und Afterflosse, ... aber sechs bis sieben Kiemenspalten, und endlich der

leinen Hundshaie (Scyllida), welche unter
jaien einzig Eier legen, während die andern
ende Junge gebären.

Unterklasse der Knochenfische (Teleostei).

chernes Skelet mit biconcaven Wirbel-
n. Kein muskulöser Arterienstiel.
allen diesen Fischen findet sich stets ein aus-
es knöchernes Skelet (Taf. 23, Fig. 4 und 16)
bgetrennten Wirbeln, welche die Form hohler
kegel haben. Unter keinen Umständen sieht man
rmen unvollständiger Ausbildung des Skelets,
wir noch bei den vorigen Ordnungen beobach-
Zwar gibt es manche Gattungen, bei welchen
knöcherung der Wirbel insofern nicht ganz voll-
ist, als sich ein zelliges Gewebe findet von
n Knochenbalken, dessen Zwischenräume noch
orpelsubstanz erfüllt sind; allein auch dann lassen
einzelnen Wirbel sehr deutlich erkennen. Eben-
an dem Schädel (Taf. 24, Fig. 7 Schädel des
jau) stets die einzelnen Knochen wohl ausgebildet,
uch während des erwachsenen Zustandes fast
ein Rest der ursprünglichen Knorpelkapsel zurück-
auf dem die übrigen Schädelknochen als Deck-
angebracht sind. Die Verhältnisse der Schädel-
unter sich und die daraus hervorgehenden
des Schädels wechseln ungemein, und nament-
die Ausbildung der Kieferknochen, ihre mehr
inder große Beweglichkeit, ihre Bewaffnung so
ifaltig verschieden, daß hieraus sich viele Cha-
für die Bestimmung der einzelnen Familien
nen lassen. Die Bezahnung (Taf. 23, Fig. 9)
erst mannichfaltig und zuweilen auf alle Knochen,
nur irgend an der Begrenzung der Mundhöhle An-
chmen, ausgedehnt; ganz fehlen die Zähne nie,
elbst dann, wenn sie den Kiefern abgehen, wie
n Karpfen, finden sich welche an den untern
Knochen. Ein Kiemendeckelapparat ist stets vor-
t. Gewöhnlich tritt der Kiemendeckel, nur von
r Haut bekleidet, frei an der Seite des Halses
t und deckt die bald mehr, bald minder weite
ralspalte, die stets nur einfach ist und in höchst
en Fällen mit derjenigen der andern Seite in
Mittellinie zusammenfließt. Meist tritt auch an
ntern Seite des Halses die freie Kiemenhaut von
nigen Strahlen gestützt hervor, deren Zahl
ßer Beständigkeit bei den verschiedenen Familien
r bei wenigen Familien sind Kiemendeckel und
chaut sehr unscheinbar und vollständig durch die
chaut, zuweilen selbst durch bedeutende Muskel-
t verdeckt. Das Flossensystem ist meistens
ftig entwickelt; die Brustflossen fehlen fast nie-
und haben manchmal eine so bedeutende Größe,
ie dem Fische beim Springen aus dem Wasser
allschirm dienen, womit er sich eine Zeit lang in
uft erhalten kann. In den meisten Fällen sind
die Bauchflossen vorhanden und je nach den
lien bald unter dem Bauche, bald an der Brust,
vor den Brustflossen an der Kehle angeheftet;
bei einigen Gattungen fehlen sie gänzlich oder
bis zur Unscheinbarkeit verkümmert. In den
chten Flossen zeigt sich eine große Mannichfaltig-
Manchmal ist der Körper in seiner ganzen Länge
einer einzigen Flosse umsäumt, die in dem Nacken
ngt, sich um den Schwanz herum und auf der
n Kante bis zum After fortsetzt; in andern Fällen
sich eine Abtheilung in Rücken-, Schwanz- und
flosse, mehrfache Einschnitte und Theilungen, wobei
s dennoch als allgemeinere Regel die Existenz
einzigen Rücken- und Afterflosse bleibt, obgleich
alle senkrechten Flossen, in einem Falle diese, in einem andern jene, fehlen können. Die Schwanzflosse ist bei allen Knochenfischen homocerk, obgleich sie bei dem Embryo eine heterocerke Bildungsperiode durchmacht, von welcher zuweilen in dem Skelet, nicht aber in der äußern Bildung noch Spuren zurückbleiben. In der Natur der Flossenstrahlen zeigen sich mehrfache Unterschiede; oft sind die Strahlen aller Flossen vollkommen weich, biegsam und gegliedert, in andern Fällen findet sich als Stütze vor der Flosse ein einfacher Knochenstrahl, der oft gezähnelt oder in sonstiger Weise verziert ist. Dann gibt es aber auch eine ganze Gruppe von Knochenfischen, bei welchen mehrere Stachelstrahlen in der Rückenflosse, der Afterflosse und einer in den Bauchflossen vorhanden sind, ja wo sich oft zwei Rückenflossen finden, von denen dann die vordere nur von harten Stachelstrahlen, die hintere von weichen Strahlen gestützt wird.

Die Bedeckung der Haut erscheint bei den Knochenfischen in mannichfacher verschiedener Ausbildung. Viele sind ganz nackt, ihre Oberhaut schleimig, die Lederhaut darunter ziemlich fest und nirgends eine Spur von Schuppen zu sehen; bei andern liegen in einer solchen Haut knöcherne Schilder und Tafeln, deren äußere Fläche oft mit Zahnsubstanz überzogen ist und die sich namentlich gern auf und hinter dem Kopfe zu schildförmigen Panzern vereinigen; zuweilen stoßen diese Tafeln im ganzen Umfange des Körpers zu einem Knochenpanzer zusammen, an dem die Ränder der einzelnen Tafeln oft wie die Schienen eines Kürasses übereinandergreifen. In den meisten Fällen finden sich indeß eigentliche Schuppen von verschiedener Größe, die sich vorzüglich nach zwei Richtungen hin ausbilden; bald nämlich ist ihr hinterer Rand vollkommen abgerundet, glatt und die Anwachsstreifen auf der ganzen Oberfläche deutlich hervortretend; in andern Fällen aber finden sich an dem hintern Rande entweder Zähnelungen oder kleine aufgesetzte stachelige Stückchen, durch die der ganze hintere Rand der Schuppe rauh wird. Rundschupper (Cycloidei) mit ganz randigen, und Kammschupper (Ctenoidei) mit kammartig gezähnten Schuppen.

Hinsichtlich der innern Anatomie haben wir schon in der Einleitung das Nähere bemerkt, und es genügt hier, auf diejenigen Charaktere aufmerksam zu machen, welche zur Unterscheidung der Knochenfische, namentlich von den Ganoiden, dienen können. Der Arterienstiel des Herzens wird bei allen Knochenfischen nur von der verdickten gewöhnlichen Faserlage der Arterie gebildet und es geht ihm gänzlich jene äußere Muskelschicht ab, welche dem Herzen der Ganoiden und der Knorpelfische eine dritte pulsirende Abtheilung zuführt; an seinem Grunde finden sich stets nur zwei Klappen, die den Eingang in die Kammer schließen. Eine Spiralklappe des Darms ist niemals vorhanden und die Sehnerven kreuzen sich vollständig übereinander, sodaß sie nach dem Auge der entgegengesetzten Seite gehen. Hinsichtlich der Schwimmblase, die bei allen Ganoiden vorkommt und sich in den Schlund öffnet, findet sich bei den Knochenfischen große Mannichfaltigkeit, indem sie bei den einen ganz fehlt, bei andern mit offenem Gange in den Schlund mündet, während bei noch andern dieser Luftgang vollständig verschlossen ist. Im allgemeinen scheint die Gegenwart der Schwimmblase nicht von so außerordentlicher Bedeutung, da selbst in derselben Gattung sie zuweilen der einen Art zukommt, der andern fehlt oder bei ganz nahe verwandten Familien ähnliche Unterschiede sich vorfinden.

Die Unterklasse ist außerordentlich zahlreich an Formen, die zum großen Theil nur sehr untergeordnetes

Interesse gewähren, wir erwähnen nur die hauptsächlichsten Familien.

Ordnung der Luftgänger (Physostomi).

Die Schwimmblase ist mit dem Schlunde durch einen offenen Luftgang verbunden.

Unterordnung der Bauchflosser (Abdominales).

Weiche, gegliederte Strahlen in allen Flossen (Malacopterygii). Die Bauchflossen in normaler Stellung unter dem Bauche.

Die Fische, welche dieser Unterordnung angehören, zeigen meist eine spindelförmige Gestalt und im allgemeinen eine große Regelmäßigkeit der Körperform, sowie eine gleichmäßige Ausbildung sämmtlicher Organe. Bei allen kommen sämmtliche Arten von Flossen vor, die stets nur von weichen Strahlen gestützt sind, mit alleiniger Ausnahme einiger Familien, bei welchen zuweilen der erste Strahl der Rücken-, Brust- oder Afterflosse eine knöcherne Consistenz besitzt und sich als starker, gewöhnlich gezähnter Stachel darstellt. Es findet sich stets nur eine von Strahlen gestützte Rückenflosse, hinter welcher zuweilen eine zweite strahlenlose nur von einer Hautduplicatur gebildete Flosse steht, die man mit dem Namen der Fettflosse bezeichnet hat; manchmal, jedoch nur selten, ersetzt diese Fettflosse auch die wirkliche Rückenflosse. Die Bauchflossen sind stets vorhanden und stehen unter allen Umständen unter dem Leibe, niemals an der Kehle oder an der Brust. Diese abdominale Stellung der Bauchflossen bildet in Verbindung mit dem durchgängigen Charakter der weichen gegliederten Flossenstrahlen das wesentlichste Merkmal dieser Unterordnung. Fast ebenso allgemein findet sich eine Schwimmblase, welche stets, wenn sie vorhanden ist, durch einen offenen Gang in die Rückenwand des Schlundes einmündet. Eine Familie, welche sich durch ihre übrigen Charaktere dieser Unterordnung so nahe anschließt, daß manche Forscher sie sogar nur für eine Gruppe halten, entbehrt freilich der Schwimmblase durchaus. Die Schuppen fehlen zuweilen gänzlich oder sind in seltenen Fällen durch Knochentafeln ersetzt, meist bedecken sie aber den ganzen Körper und haben unter allen Umständen einen ganzen hintern Rand, ohne Einschnitte, Kerben oder Spitzen, sodaß also alle hierhergehörigen Fische zu den Cycloidschuppern gehören. Von andern Unterordnungen der Knochenfische unterscheiden sich die Weichflosser außerdem noch durch die stets getrennten untern Schlundknochen. Die verschiedenen Familien sind äußerst zahlreich und meistens als Nahrungsmittel geschätzt; sie sind vorzugsweise Bewohner der süßen Gewässer.

Die Familie der Welse (Silurida) hat entweder eine ganz nackte lederartige Haut ohne jede Spur von Schuppen oder Knochentafeln, welche sich hauptsächlich in der Nähe des Kopfes entwickeln und zuweilen sogar den ganzen Körper einhüllen. Der Kopf ist plattgedrückt, breit, der Rachen entweder an der Spitze der Schnauze oder etwas mehr nach hinten auf der Unterfläche gelegen und die Mundspalte einzig von dem Zwischenkiefer gebildet, indem die Oberkiefer zu Bartfäden verlängert sind. Die Schwimmblase ist stets vorhanden und durch einen offenen Gang mit dem Schlunde verbunden; an ihrem vordern Ende befinden sich einige kleine, ineinandergelenkte Knöchelchen, von denen das hintere in die Sehnenhaut der Schwimmblase eingesenkt ist, das vordere aber an das Labyrinth heranreicht, sodaß Schwimmblase und Ohr durch eine Kette von Gehörknöchelchen miteinander verbunden sind. In den Brustflossen ist oft der erste Strahl ein starker Stachel, der durch ein eigenthümliches Gelenk so hergestellt werden kann, daß er als Vertheidigungswaffe dient. Die Ausbildung der Rückenflosse ist sehr verschieden; bald ist sie sehr lang, in andern Fällen kurz oder vollkommen verschwunden und dann durch eine Fettflosse ersetzt, welche sich oft auch hinter der mit Strahlen tragenden Rückenflosse findet; gleicher Wechsel findet sich in der Ausbildung der Afterflosse. Bei einigen Gattungen finden sich eigenthümliche häutige Säcke, die sich längs der Wirbelsäule nach hinten erstrecken und in die Kiemenhöhle ausmünden und die Aufnahme von Luft oder Wasser bestimmt scheinen. Die Zähne der Welse sind stets aus echter Zahnsubstanz gebildet, hechel- oder bürstenförmig, zuweilen sehr zweispitzig, und die Kiemenspalten bald weit geöffnet, bald nur eng und klein. Eine im Nil lebende Gattung, die nur eine Fettflosse auf dem Rücken hat (Malapterurus), zeichnet sich durch den Besitz mächtiger elektrischer Organe aus, die zu beiden Seiten des Körpers unter der Haut liegen, gefaltete Längsblätter darstellen und kräftige Schläge ertheilen. Die meisten Welse finden sich in den süßen Gewässern tropischer Gegenden; in den europäischen Flüssen kommt nur eine Art vor, der gewöhnliche Wels (Silurus glanis, Taf. 24, Fig. 19), die aber zuweilen ein Gewicht von mehrern Centnern erreicht.

Die Familie der Karpfen (Cyprinida) kommt der vorigen in der Bildung der quergetheilten Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthe und der Schwimmblase überein, unterscheidet sich aber von allen übrigen Familien durch die kleine Mundspalte, die durchaus zahnlos ist und deren Rand von dem Zwischenkiefer gebildet wird, über dem der Oberkiefer als sogenanntes Schnurrbarthein liegt. Der Körper ist meist hoch, plattgedrückt, der Kopf klein, die Schuppen bald sehr groß, bald wieder sehr ordentlich klein und unscheinbar und hiernach insofern in ihrer Structur verschieden, als bei kleinern Schuppen, zum Beispiel der Wetterfische (Cobitis), vielfache concentrische und Fächerlinien vorkommen, welche die Schuppe zellenartig erscheinen, während bei den großen Schuppen der Karpfen und Weißfische die Fächerlinien fast verschwinden und nur die concentrischen Streifen übrigbleiben. Es findet sich stets nur eine Rückenflosse und niemals eine Fettflosse. Die Karpfen nähren sich hauptsächlich von Pflanzen und Würmern, zu deren Zermalmung sie, da sonst das Maul zahnlos ist, auf den untern Schlundknochen einige große und mächtige Zähne besitzen, welche gegen eine vorspringende Platte des Schädels, die mit Horn bedeckt ist, gerieben werden können. Der Magen hat keinen Blindsack, der Darm keine Pförtneranhänge, die Kiemenhaut meist nur drei Strahlen. Bei einigen Gattungen kommt in der Rücken- und Afterflosse ein starker gezähnter Stachel vor. Die Angehörigen dieser Familie hat man in mehrere Gruppen zertheilt: die echten Karpfen (Cyprinus) mit vier Bartfäden, Rücken- und Afterflosse mit einem gezähnten, starken Knochenstrahl beginnend, hierher unser gemeiner Karpfen (Cyprinus carpio, Fig. 16) mit seinen Varietäten Spiegelkarpfen und Lederkarpfen; die Schleien (Tinca chrysitis, Fig. 17) mit zwei Bartfäden; die Gründlinge (Gobio fluviatilis, Fig. 17); die Karauschen (Carassius vulgaris, Fig. 15), ohne Bartfäden, wohin die gewöhnliche Karausche und der aus China eingeführte Goldfisch (Carassius auratus) u. s. w.

Familie der Schmerlen (Acanthopsida). Körper schuppenlos, Augen klein. Suborbitalknochen mit beweglichen Dornen. Schlundzähne schwach, Schwimm-

in eine Knochenkapsel eingeschlossen. Die Fische
n Wasser und Luft durch den After ein und
s neben den Kiemen auf diese Weise. Graben
Schlamm ein. Hierher der größere Schlamm-
r (Cobitis fossilis) mit zehn Bartfäden; die
erle (Cobitis barbatula, Taf. 24, Fig. 18) mit
Bartfäden; die Grundel (C. taenia); beide letztere
schätzt.

der Familie der Hechte (Esocida) erreicht der
enkiefer, welcher bei der vorigen Familie wie
n Karpfen ganz allein den Mundrand bildete,
inkel des Rachens nicht, sodaß die hintere Hälfte
undspalte noch mit von dem Oberkiefer gebildet
der indessen über dem Zwischenkiefer liegt. Die
, welche nur im süßen Wasser gemäßigter Zonen
men, sind durchaus mit großen runden Schuppen
, welche viele dichte concentrische Linien und
wenige Fächerlinien zeigen, die in Spalten
chen, sodaß der vordere Rand in mehrere Lappen
t wird. Ihr Mund ist sehr stark bewaffnet,
nicht nur auf dem Kiemenknochen, sondern auch
en Gaumenbeinen, dem Pflugschar und der
Hechelzähne vorkommen. Der Magen hat keinen
sack, der kurze Darm keine Pförtneranhänge; die
en Nebenkiemen liegen tief unter der Haut der
nhöhle versteckt, die Schwimmblase ist einfach.
gewöhnlicher Hecht (Esox lucius, Fig. 9),
t als der schlimmste Raubfisch unserer Gewässer.
Familie der Heringe (Clupeida) bewohnt mit
gen Ausnahmen nur das Meer und ist eine von
nigen Fischfamilien, welche wesentlich für unsere
ung in Betracht gezogen werden.

le echten Heringe sind über den ganzen Leib be-
t, mit großen, dünnen, biegsamen, leicht ab-
nden Schuppen, deren concentrische Linien nur
hintern Rand parallel laufen und dort gerade
ien bilden. Ihre Fächerlinien neigen sich in Win-
nach hinten zusammen. Die Fische haben ein
gespaltenes Maul, das vorn vom Zwischenkiefer,
sich vom Oberkiefer eingefaßt wird, welcher durch
ist mit dem vorigen verbunden ist und so seine un-
delbare Folge bildet. Der Schädel zeigt einen kleinen
Hauptskamm und zwei Seitenkämme, die nach
n in sehr lange, dicke Stacheln auslaufen, sowie
flügelartige Verlängerungen des Keilbeins, die
hinten sich ausdehnend die ersten Halswirbel-
t von der Seite her umfassen. Eine Fettflosse
ihnen, ebenso einigen Gattungen die Schwimm-
, welche bei andern vorhanden ist; dagegen haben
viele Pförtneranhänge und die meisten eine Neben-
, welche aber bei andern sehr klein wird und all-
lich ganz verschwindet. Die Schwimmblase zeigt
einigen seitliche nach vorn gerichtete Blindsäckchen,
andern selbst häutige Kanäle, welche sich mit dem
nenthe verbinden, denen aber die Knöchelchen
en. Bei andern Gattungen finden sich große, glas-
ge, durchsichtige Augenlider, die von vorn und
den her das Auge bedecken und in der Mitte nur
en senkrechten Spalt lassen. Am bekanntesten von
Familie ist der echte Hering (Clupea harengus,
. 5), zu dessen Fischerei in der Nordsee ganze
otten von Fahrzeugen ausgerüstet werden. Zur
chzeit wandern die Heringe in ungeheuern Scha-
n an die Oberfläche und gegen die Küsten hin, um
ihre Eier abzusetzen; sie schwimmen dann so
e an der Oberfläche, daß man von weitem her
n Silberblick der glänzenden Schuppen sieht. Man
behauptet, daß diese Heringsbänke hoch aus dem
chischen Eismeer kämen und sich an der Spitze von
Portland in zwei Züge theilten, von welchen der
eine östlich längs der norwegischen Küste bis in die Ostsee und an die jütische Küste sich ergieße, während der andere an der westlichen Küste Englands und Irlands herum bis in den Kanal und an die Bretagne gelange. Die Wahrheit liegt darin, daß die Fische das ganze Nordmeer bewohnen und zu verschiedenen Epochen vom Juli bis gegen den November hin an das Ufer herankommen.

Hierher ferner die Sardellen (Alausa pilchardus, Fig. 3), im Nordmeere, Alausa sardina im Ocean; der Maifisch oder die Alose (Alausa vulgaris), die in den Rhein in Scharen aufsteigt; die Anchovis (Engraulis encrasicholus, Fig. 4) im Mittel- und Nordmeere.

Die Familie der Lachse (Salmonida) wird von äußerst wohlschmeckenden, besonders den nördlichen Zonen angehörenden Fischen gebildet, die meistens nur in klaren Flüssen, Seen und Gebirgsbächen wohnen, von denen einige aber auch abwechselnd in das Meer hinabsteigen und nur zur Laichzeit in das süße Wasser kommen. Es sind meist schlanke, spindelförmige, lebhaft gefärbte oder gefleckte Fische mit deutlichen, großen, regelmäßigen Schuppen, ohne Fächerlinien, auf deren Oberfläche sich nur wenige concentrische Linien zeigen, die um die Schuppe herumlaufen. Sie besitzen stets eine hintere Fettflosse. Ihr Maul wird vorn vom Zwischenkiefer, hinten von dem durch Naht damit verbundenen Oberkiefer begrenzt. Die Bezahnung ist je nach den verschiedenen Gattungen außerordentlich verschieden, indem einige gar keine Zähne haben, während bei andern sämmtliche Knochen des Rachens damit besetzt sind. Sie haben kammartige Nebenkiemen, eine große einfache Schwimmblase, viele Pförtneranhänge an dem Darme und eine sehr eigenthümliche Bildung der Eierstöcke, die vollkommen abgeschlossen sind und mit keinem Ausführungsgange in Verbindung stehen. Die reifen Eier sprengen die zarten Kapseln, von welchen sie umgeben sind und fallen in die Bauchhöhle, aus der sie durch eine mittlere, hinter dem After gelegene Oeffnung ausgeführt werden. Es gehören hierher die verschiedenen Lachse, Forellen, die man in den klaren Gebirgswässern antrifft und die jetzt wesentlich Gegenstand der künstlichen Fischzucht geworden sind: die Lachse (Salmo salar, Taf. 24, Fig. 10), mit großen Zähnen und aufwärtsgebogenem Unterkiefer beim alten Männchen, mit langem Pflugscharknochen, aus dem Meere in die Flüsse aufsteigend, bis 25 Kilo schwer; der Salmling (Salmo umbla, Fig. 12) in den Alpenseen, mit kurzem Pflugscharbein; die Bachforelle (Salmo fario, Fig. 11), mit farbigen Flecken, in klaren Bächen; die durchaus zahnlosen Maränen oder Felchen (Coregonus maraena, Fig. 13), nur in Seen.

Die Familie der Blindfische (Heteropygia) ist nur durch eine einzige kleine Art bekannt, welche in unterirdischen Höhlen Nordamerikas lebt und durch die Stellung der Flossen sich den Stockfischen nähert. Das Fischchen ist nackt, länglich, der Kopf abgerundet, das vordere Nasenloch weit von dem hintern entfernt und in eine Röhre ausgezogen; die sehr kleinen Augen von undurchsichtiger Haut überzogen. Der After befindet sich vor den Bauchflossen unter der Kehle, der Darm besitzt Pförtneranhänge und der Magen einen Blindsack. Nebenkieme und Fettflosse fehlen, die Schwimmblase ist einfach. Der Fisch gebiert lebendige Junge. Amblyopsis spelaeus.

Wir erwähnen nur die Familien der Panzerwelse (Goniodonta), der Zahnkarpfen (Cyprinodonta), der Nilhechte (Mormyrida), der Leuchtfische (Scopelida), ohne uns weiter damit zu beschäftigen.

Unterordnung der Kahlbäuche (Apodes).

Luftgang der Schwimmblase offen; keine Bauchflossen.

Der Körper dieser Fische, von welchen der Aal den bei uns bekanntesten Typus darstellt, ist schlangenförmig langgestreckt, mit nackter, weicher, schleimiger Haut überzogen, in deren Dicke zuweilen fast mikroskopisch kleine Schüppchen versteckt sind, welche einander niemals berühren und so regelmäßige Fächerstreifen und concentrische Linien zeigen, daß sie aus einzelnen nach der Peripherie hin wachsenden Zellen zusammengesetzt scheinen. Die meisten dieser Fische haben eine lange sackartige Schwimmblase mit einem Luftgange, der ebenso wie bei der vorigen Unterordnung in die obere Wand des Schlundes mündet; ihre Flossen sind stets von weichen Strahlen gestützt, aber im ganzen äußerst rudimentär; die Bauchflossen fehlen immer; von den Brustflossen sind sehr häufig nur die rudimentären Schultergürtel vorhanden, während die äußere Flosse gänzlich fehlt. Auch die senkrechten Flossen sind entweder nur in der Form einer durchgehenden Embryonalflosse vorhanden oder mehr oder minder abortiv. Der Schädel aller fußlosen Fische ist lang, schmal, die obere Fläche platt, eben, ohne Spur von Kämmen und Gruben, die Hinterhauptsfläche wie senkrecht abgeschnitten. Kopf und Hals sind von dicker Haut überzogen, welche den Kiemendeckel und die Kiemenhaut so sehr einhüllt, daß sie von außen nicht gewahrt werden können und meist nur eine kleine unbedeutende Kiemenspalte übrigbleibt, während zugleich hierdurch ein weiter Kiemensack gebildet wird, an den sich zuweilen noch ein accessorischer, längs der Rückenwirbelsäule ausgedehnter Athemsack anschließt, was die Fische dieser Ordnung meistens befähigt, das Wasser zu verlassen und längere Zeit auf trockenem Lande auszuhalten. Alle sind gefräßige Raubfische, die theils im Meere, theils im süßen Wasser leben.

Die Aale (Muraenida) haben einen spitzen Kopf mit lang vorgezogener Schnauze, die mit starken Hakenzähnen bewaffnet ist. Die Mundspalte wird einzig vom Zwischenkiefer begrenzt; der Oberkiefer liegt über demselben, zu einem ganz kleinen Knöchelchen geschwunden, im Fleische. Die Brustflossen fehlen oft gänzlich; vor ihnen findet sich die fast horizontal gestellte, spaltförmige kleine Kiemenöffnung; auch die senkrechten Flossen sind zuweilen so verkümmert, daß eine oder die andere, zuweilen selbst alle gänzlich fehlen. Der Schultergürtel ist nicht, wie bei den übrigen Knochenfischen, an dem Hinterhaupte, sondern weiter nach hinten an der Wirbelsäule aufgehängt. Die Bauchhöhle ist ziemlich kurz, der After fast in der Mitte des Körpers, der Magen mit einem Blindsacke versehen, der Darm dagegen ohne Pförtneranhänge; Eierstöcke und Hoden entbehren gänzlich aller Ausführungsgänge und ihre Producte werden durch zwei sehr kleine Oeffnungen zu beiden Seiten des Afters aus der Bauchhöhle, in die sie sich entleeren, ausgeführt. Der ziemlich allgemein verbreitete Glaube, daß die Aale lebendige Junge gebären, ist falsch und wurde durch die Entleerung von Eingeweidewürmern aus dem After bedingt, die man ihrer Gestalt wegen für junge Aale hielt.

Hierher gehört unser gewöhnlicher Aal (Anguilla vulgaris, Taf. 24, Fig. 2), der zur Ablegung seiner Eier in das Meer wandert, aus welchem die junge Brut in Scharen wieder aufsteigt und der in den brakischen Lagunen von Comacchio besonders in Massen gezüchtet wird; der Meeraal (Conger), bis zu 6 Fuß lang, schlechtes Fleisch; die Muräne (Gymnothorax muraena, Taf. 23, Fig. 19), schwarzbraun mar… ohne Brustflossen, im Alterthum außerordentlich … schätzt und von den Römern mit Sklaven gemä…

In der Familie der Löcheraale (Symbra… sind die beiden Kiemenöffnungen unter der Kehle … einem einzigen Loche vereinigt, welches … durch eine mittlere Scheidewand in zwei Löcher … theilt ist. Der Zwischenkiefer begrenzt wie … vorigen das ganze Maul, aber der Oberkiefer … rudimentär und im Fleische versteckt, sondern … den Zwischenkiefer in seiner ganzen Länge; der … gürtel ist weit hinter dem Kopfe an der … aufgehängt; die Brustflossen fehlen gewöhnlich … den senkrechten Flossen lassen sich meistens die … kaum erkennen. Die Schwimmblase, der … des Magens und die Pförtneranhänge fehlen … aus, der Darm ist ganz gerade und die Leber … ordentlich lang; hinsichtlich der Bildung der Ge… theile unterscheiden sich diese Thiere ebenfalls … von den Aalen, indem sowol Hoden wie Eier… unmittelbar in Ausführungsgänge fortsetzen … an dem After öffnen. Bei einigen Gattungen … Zahl der Kiemen verringert und dagegen … Athemsäcke ausgebildet, welche von der Kie… ausgehen. Sie leben in den süßen Gewäs… pischer Länder.

Die Zitteraale (Gymnotida) kommen … vorigen in der Anatomie der Geschlechtsorgane … unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, … Kiemenöffnungen wie bei den gewöhnlichen Fi… lich über den sehr kleinen Brustflossen sich … Das Maul wird nur vorn von dem Zwischen… weiter nach hinten dagegen von dem Ober… grenzt, ein wesentlicher Unterschied von den … Familien; die Bauchhöhle ist nur sehr klein, der … welcher Pförtneranhänge besitzt, öffnet sich nach … Windungen unter der Kehle, wo die ungemein … Afterflosse beginnt; die Rückenflosse fehlt … Der bekannteste Fisch aus dieser Familie, der … aal (Gymnotus electricus), der in den sumpfi… wässern der Savannen Südamerikas lebt, wird … 6 Fuß lang und kann so heftige Schläge … daß Menschen und Pferde davon für einige … lähmt werden. Das elektrische Organ erstreckt … ihm durch die ganze Länge des Schwanzes … Kehle an zu beiden Seiten unter der Wirbel… besteht aus Platten, die zu Säulen aufg… welche quer gegen die Hautfläche stehen. … Gattungen entbehren dieses mächtigen elektr… gans durchaus.

Ordnung der Blindgänger (Physoch…

Der Luftgang der Schwimmblase … schlossen; die Kiemen kammförmig; der … kieferapparat beweglich.

Unterordnung der Ohnedornen (Anacan…

Nur weiche Strahlen in den Flossen; … Schlundknochen getrennt; Bauchflossen … lend oder nach vorn gerückt.

Die Fische, welche diese Unterordnung bilden, … mit den Weichflossern insofern überein, als sie … allgemein nur weiche gegliederte Strahlen in … senkrechten Flossen besitzen und ihnen sogar auch … Stachelstrahl ganz allgemein fehlt, welcher bei … Gattungen der Weichflosser vorkommt; sie unterscheiden … sich aber von den Weichflossern wie von den … losen durch den Bau der Schwimmblase, an welcher … der Luftgang stets vollkommen geschlossen ist, …

Communication zwischen der Schwimmblase und Schlunde stattfindet. Meist ist sogar der ursprüngliche Luftgang, der beim Embryo existirte, so verschwunden, daß man nicht einmal eine Anlage des vordern Endes der Schwimmblase an den und mehr findet. Ein fernerer Unterschied ist der, daß die Bauchflossen entweder fehlen, was selten ist, oder aber sich an der Kehle unmittelbar unter den Brustflossen oder vor denselben befinden. untern Schlundknochen sind stets vollkommen gelt, was sie von der folgenden Unterordnung unterdet. In den übrigen Charakteren herrscht eine emein große Verschiedenheit zwischen den verdenen Familien, deren Vereinigung allerdings auf ersten Blick etwas sehr Ungewöhnliches hat.

Die Sandaale (Ammodytida) kommen in der langreckten Körperform, in dem Mangel der Bauchflossen den Aalen überein, unterscheiden sich aber von en durch die wohlausgebildete gabelige Schwanzse, durch die zwar nackte, aber silberglänzende straffe ut und durch die vollständige Ausbildung des Kiemenelapparats, der ganz frei und nicht von lederartiger ut überzogen ist. Die Rückenflosse beginnt fast im cken und setzt sich bis an die Basis der Schwanzse fort, sie ist ebenso wie die Afterflosse von weichen rahlen gestützt, die aber völlig ungetheilt und einh sind. Die Sandaale besitzen Nebenkiemen und n stielförmigen Knochen des Schultergürtels, welcher en Aalen fehlt, bei den übrigen Knochenfischen aber rhanden ist. Die schlanken Fische graben sich in r Nähe des Strandes besonders gern da ein, wo r Sand bei der Ebbe trocken gelegt wird; sie dienen uptsächlich bei dem Fischfange als Köder.

Die Schlangenfische (Ophidida) kommen mit n Aalen und mit der vorigen Familie durchaus in r Körperform sowie in dem Mangel der Bauchossen überein. Manche dieser Fische haben auch wie e Aale keine Brustflossen, sodaß man sie früher inzlich zu diesen stellte. Die senkrechten Flossen sind on einfachen, ungetheilten, weichen Strahlen gestützt nd zuweilen so sehr von Haut überzogen, daß sie ettflossen gleichen; sie haben alle eine Schwimmblase, elche keinen Luftgang besitzt, und deutliche Nebenemen, meist aber keine Pförtneranhänge; der After ndet sich bald mehr in der Mitte des Körpers, bald eit nach vorn unter der Kehle. Einige haben Bartfäden und kleine Schuppen, in der Haut versteckt, ährend andere ganz nackt sind; sie kommen nur in er See vor, und zwar nicht nördlicher als im Mittelmeere.

Weit bekannter und zahlreicher als die vorige ist ie Familie der Stockfische (Gadida), welche sich auptsächlich nur im Meere, und zwar mehr in den nördlichen Gegenden finden. Es sind langgestreckte, spindelförmige Fische mit langem Schwanze, kurzer Bauchhöhle und meist breitem, abgeplattetem Kopfe, deren Körper gewöhnlich von schleimiger Haut überzogen ist, in der sehr kleine, weiche Schuppen sitzen, welche gänzlich in Hauttaschen versteckt sind, wenige, weit abstehende concentrische Linien besitzen, die um die ganze Schuppe herumlaufen, und durch wenige Fächerlinien durchschnitten werden, sodaß sie aus Zellen zu bestehen scheinen. Selten nur ist der ganze Körper mit einem Ueberzuge zusammenhängender, horniger, stacheliger Schuppen bedeckt. Das Maul ist meist weit gespalten, endständig, mit kleinen hechelförmigen Zähnen bewaffnet, der Zwischenkiefer begrenzt es in seiner ganzen Länge; der Kopf ist schuppenlos; der Schädel ausgezeichnet durch die blasenartige Auftreibung seiner hintern Hälfte auf der untern Seite, die wie ein runder Sack vortritt. Die zugestutzten Bauchflossen stehen unter der Kehle vor den Brustflossen und sind zuweilen selbst auf einen einzigen Strahl reducirt. Das System der senkrechten Flossen ist außerordentlich entwickelt, indem zu einer großen Schwanzflosse sich meist noch zwei bis drei Rückenflossen und wenigstens eine große, wenn nicht zwei Afterflossen gesellen. Alle sind äußerst gefräßige Raubfische, deren Fleisch sehr geschätzt ist und häufig getrocknet oder gesalzen als Nahrung dient. Zum Fange des gewöhnlichen Kabeljaus (Morrhua vulgaris, Taf. 24, Fig. 6) werden besonders nach Neufundland und den norwegischen Inseln (Lofoten) zahlreiche Schiffe ausgerüstet. Man fängt die Fische mit langen Grundangeln oder Tiefnetzen und trocknet sie, nachdem man sie ausgeweidet und den Kopf abgehauen hat, entweder einfach, wo sie dann Stockfisch heißen, oder man salzt sie ein, in welchem Falle sie Laberdan genannt werden, zuweilen auch salzt man sie nur zur Hälfte, trocknet sie dann und bringt sie unter dem Namen Klippfisch in den Handel. Auch andere Gattungen derselben Familie, z. B. die Schellfische, Dorsche u. s. w. werden, in ähnlicher Weise zubereitet, in den Handel gebracht und die einzige im süßen Wasser lebende Gattung, die Aalquappe (Lota vulgaris, Fig. 8), gilt ebenfalls für einen guten Tafelfisch.

Familie der Schollen (Pleuronectida), ausgezeichnet durch ihren hohen platten Körper und die unsymmetrische Form ihres Kopfes. Der Körper dieser Fische bildet eine ei- oder linsenförmige Scheibe, deren vordere Spitze von dem Kopfe, die hintere von der meist kleinen runden Schwanzflosse eingenommen wird. Die Rückenflosse beginnt meist unmittelbar über den Augen, zuweilen selbst vorn an der Schnauzenspitze, und zieht sich über den ganzen Rand des Körpers hinweg; die ihr entsprechende hintere Afterflosse ist nur wenig kleiner, da die Bauchhöhle ungemein klein ist und der After sich ganz vorn an der Kehle befindet. Der ganze Körper ist demnach eigentlich nur ein ungemein zusammengedrückter, scheibenförmiger Schwanz. Diese ganze Bildung wäre noch nicht so sehr auffallend, da es viele Fische gibt, deren Körper ungemein zusammengedrückt, hoch und platt ist, allein bei den Schollen tritt hierzu noch die Eigenthümlichkeit, daß der vordere Theil ihres Schädels so verschoben und verbogen ist, daß sich die Augen nur auf einer Seite befinden. Diese Augenseite, welche bald die rechte, bald auch die linke ist, wird von dem Fische in der That stets nach oben gewendet und ist allein mehr oder minder dunkel gefärbt, zuweilen getüpfelt, während die andere Seite, auf welcher die Augen nicht stehen, stets durchaus ungefärbt, weißlich gelb ist. Die Mundspalte ist gewöhnlich klein, an der vordern Kante angebracht, mit Hechelzähnen bewaffnet; die Brustflosse zuweilen unsymmetrisch, indem sie auf der ungefärbten, augenlosen Seite nur rudimentär ist oder selbst ganz fehlt; die Bauchflossen stehen ganz vorn, unmittelbar unter der Kehle. Die meisten Schollen haben trotz der durchaus weichen Flossenstrahlen rauhe, hinten gezähnte Kammschuppen, einige aber wirkliche Cycloidschuppen ohne eine Spur von Zähnelung auf dem hintern Rande. Die Fische lieben tiefe, sandige Küsten und sind alle nur Meeresbewohner, obgleich sie hier und da mit der Flut in größere Flußmündungen aufsteigen; ihr Fleisch ist äußerst wohlschmeckend und gesund, ihre Größe manchmal bedeutend.

Sie sind Raubfische und besitzen neuern Beobachtungen zufolge sogar die Fähigkeit, sich in ihrer Farbe dem Grunde, auf dem sie zu liegen pflegen, anzupassen. Bei den Schollen fließt die Schwanzflosse nicht mit den andern Flossen zusammen, sondern bleibt

isolirt; hierher gehört die geschätzteste Art, der Steinbutt oder Turbot (Rhombus maximus, Taf. 23, Fig. 17), mit nagelartigen Buckelschildchen; die weniger geschätzte Scholle (Pleuronectes nigrimanus; Fig. 18) und der Heiligenbutt (Hippoglossus maximus) um Norwegen, bis 3 Centner schwer; bei den Zungen dagegen, die eine längere Gestalt haben, fließt die Schwanzflosse mit den andern zusammen und die Brustflossen sind meist reducirt. Hierher unsere gewöhnliche Zunge (Solea vulgaris, Fig. 16).

Unterordnung der Schlundnähter (Pharyngognathi).

Die untern Schlundknochen zu einem Stücke vereinigt.

Der anatomische Charakter, welcher diese Unterordnung vor allen übrigen auszeichnet, liegt in der Verwachsung der untern Schlundknochen, welche bei allen übrigen Knochenfischen ohne Ausnahme vollkommen getrennt sind, zu einem einzigen unpaaren, meist mit stumpfen Kegelzähnen besetzten Knochenstücke, welches gewöhnlich keine Spur von Naht zeigt, obgleich es gewiß ursprünglich aus zwei getrennten, seitlichen Stücken zusammengewachsen ist. Bei einer Familie der Unterordnung findet sich indessen diese ursprüngliche Trennung noch durch eine Naht angedeutet. Im übrigen wechseln die Charaktere dieser Unterordnung sehr; ihre Schwimmblase entbehrt durchaus eines Luftganges, wodurch sie sich den Stachelflossern anschließen, auch mit der vorigen Unterordnung übereinkommen. Dagegen finden sich je nach den Familien bald ganzrandige, bald Kammschuppen; bald nur weiche Strahlen an den Flossen, bald Stachelstrahlen; die Bauchflossen bald unter dem Bauche, bald an der Brust oder selbst an der Kehle.

Die Hornhechte (Scomberesocida) besitzen in allen Flossen nur weiche, biegsame Strahlen und schließen sich dadurch den vorhergehenden an, während die Stellung ihrer Flossen bald mehr den Hechten oder den Makrelen sich nähert. Sie haben glatte Cycloidschuppen und jederseits an dem Bauche nahe der Mittellinie eine Reihe gekielter, vorspringender Schuppen, welche den Bauchrand scharf machen; ihr Kopf ist hinten abgeplattet, der Schädel stets ganz platt, ohne Spur von Kämmen oder Gruben, das kleine, obere Hinterhauptsbein stachelartig nach hinten verlängert, die Stirn etwas eingedrückt. Beide Kiefer oder auch nur der Unterkiefer sind in eine lange gezähnelte Schnauze ausgezogen. Die Brustflossen sind gewöhnlich ungemein entwickelt, weit nach hinten gestellt, zuweilen so sehr vergrößert, daß sie, wie bei dem fliegenden Fische (Exocoetus), förmlich als Flügel benutzt werden können, mittels deren diese Thiere auf eine Strecke von mehrern hundert Fußen in der Luft hinsegeln können. Die Bauchflossen sind abdominal und haben stets nur weiche, gegliederte Strahlen; die Rückenflosse ist weit nach hinten der Afterflosse gegenübergerückt, und zuweilen finden sich hinter diesen beiden Flossen noch kleine falsche Flossen, in ähnlicher Weise wie bei den Makrelen. Die drüsigen Nebenkiemen sind gänzlich von der Haut der Kiemenhöhle verdeckt, der Magen hat keinen Blindsack und die Blinddärme fehlen durchaus; an der spitzen Schnauze sind bald beide Kiefer gleich lang, bald nur der Unterkiefer sehr verlängert, der Oberkiefer dagegen klappenförmig verkürzt. Es sind geschmacklose, schlechte Fische, die nur in der See vorkommen. Der gewöhnliche Schwalbenfisch (Exocoetus volitans, Taf. 23, Fig. 15) [illegible] im Ocean zwischen den Wendekreisen; der Hornhecht (Belone vulgaris, Fig. 14), [illegible] langem Schnabel und grünen Knochen, in den Meeren um Europa.

Die Familie der Lippfische (Labrida) gehört [illegible] falls nur der See an und prangt meistens in [illegible] mannichfaltigsten, buntesten Farben. Der Körper dieser Fische ist meist seitlich etwas zusammengedrückt und mit großen, flachen, ganzrandigen Cycloidschuppen bedeckt, die viele fächerförmige Strahlen und sehr enge radiocentrische Linien zeigen. Die Mundspalte ist bei [illegible] klein, bei den meisten mit fleischigen aufgewulsteten Lippen umgeben und das Maul oft so eingerichtet, daß es bedeutend vorgestreckt werden kann, indem die hintern, stielförmigen Fortsätze der Zwischenkiefer in einer Rinne der Nasenbeine auf- und abgleiten können. Gewöhnlich stehen in den Kiefern einzelne starke, meißelartige oder kegelförmige Zähne, zuweilen aber [illegible] sind dieselben in ähnlicher Weise wie bei einigen Papageien kiefern schnabelförmig vorgezogen und die Zähne [illegible] der äußern wie auf der innern Fläche dieses Schnabels zu einer zusammenhängenden Schmelzplatte miteinander verwachsen (so bei Scarus, Odax, Callyodon). Der Gaumen ist zahnlos, die gänzlich verschmolzenen [illegible] Schlundknochen aber mit breiten, plattenförmigen Pflasterzähnen besetzt. Der Schädel zeigt in der Hinterhauptsgegend kurze, kleine Kämme durch seichte Gruben getrennt, während eine tiefe Grube den vordern Theil der Stirnbeine aushöhlt und sich noch über die Nasenbeine hinzieht. Es finden sich kammartige Nebenkiemen, aber auf dem vierten eigentlichen Kiemenbogen nur eine Reihe von Kiemenblättchen, und die Spalten zwischen diesem Kiemenbogen und den Schlundknochen fehlen durchaus. Ihr Magen hat keinen Blindsack, der Darm keine Pförtneranhänge, ihre Seitenlinie ist meistens ununterbrochen, ihr Fleisch nur von mittlerer Güte. Die abgebildete Art (Meerjunker, Julis mediterranea, Taf. 24, Fig. 1) häufig an den Felsenufern des Mittelmeers.

Wir erwähnen nur die Familien der Rückenfurcher (Holconoti), lebendig gebärende Süßwasserfische in Californien; der Flußlippfische (Chromida) in Südamerika; der Nahtbarsche (Pomacentrida).

Unterordnung der Stachelflosser (Acanthopterygii).

Vorn in der Rückenflosse stets Stachelstrahlen. Schlundknochen getrennt; Oberkieferapparat beweglich; Kiemen kammförmig.

Der wesentliche positive Charakter dieser überaus zahlreichen Unterordnung liegt einestheils in der Bildung der Flossen, anderntheils in der Structur der Schwimmblase, der negative in der Abweisung derjenigen Eigenthümlichkeiten, welche die vorigen Unterordnungen charakterisiren, wie namentlich in der vollständigen Trennung der untern Schlundknochen und der Beweglichkeit der Kiefer, wodurch sich die zur Unterordnung angehörenden Fische einestheils von den stachelflossigen Haftkiefern, anderntheils von den Familien der Schlundnähter unterscheiden, welche stachelige Flossen und Kammschuppen besitzen. Bei allen Angehörigen der Stachelflosser sind die vordern, auf dem Rücken stehenden Strahlen, mögen dieselben nun einer besondern Flosse angehören oder mit den weichen Rückenflosse sich fortsetzen oder auch ganz isolirt stehen, stets ungetheilt und in den meisten Fällen sogar förmliche Stacheln, mit denen einige dieser Fische heftig verwunden können. Unter allen Umständen hat auch die Afterflosse vorn einige harte Strahlen, und in den äußerst seltenen Fällen, wo diese

tachelstrahlen in den senkrechten Flossen wirklich fehlen, ndet sich doch wenigstens in den Bauchflossen, sobald ese vollständig entwickelt sind, ein ausgebildeter tachelstrahl vor. Die Bauchflossen stehen nur in hr seltenen Fällen unter dem Leibe, gewöhnlich an er Brust, zuweilen auch vor den Brustflossen, die ets vorhanden sind, unter der Kehle. Die Schwimmlase fehlt häufig, wenn sie aber vorhanden, so findet ch stets der embryonale Luftgang durchaus verschlossen der verschwunden, sodaß niemals eine Spur von ommunication mit dem Schlunde existirt. In Hinicht aller übrigen Charaktere herrscht bei den zahlreichen Familien die größte Mannichfaltigkeit, sodaß s unmöglich wäre, hier weiter darauf einzugehen.

Die Röhrenmäuler (Aulostomida) besitzen eine ange vorgezogene Schnauze, welche ganz in derselben Weise, wie die Schnauze der Büschelkiemer, von den u einer Röhre verlängerten Gesichtsknochen gebildet wird, an deren Ende sich die kleine Mundspalte mit en kleinen Kieferknochen befindet. Der Zwischenkiefer begrenzt die Mundspalte in ihrer ganzen Ausdehnung. Der Körper dieser Fische ist bald lang, cylindrisch, bald schmal und hoch, die Haut fast nackt oder mit kleinen Kammschuppen oder selbst mit breiten schuppenartigen Panzerstücken bekleidet. Die mit weichen Strahlen besetzte Rückenflosse steht weit nach hinten über der Afterflosse, und vor ihr befinden sich bald eine zweite Stachelflosse, bald freie Stachelstrahlen, ja bei einer Gattung fehlen alle Stachelstrahlen gänzlich. Die kleinen Bauchflossen stehen etwa in der Mitte des Körpers unter dem Bauche, und es zeigt sich durch diese Stellung, sowie durch den Mangel von Stachelstrahlen bei der einen Gattung eine unverkennbare Annäherung dieser Familie zu den Weichflossern. Es sind ungenießbare Fische, die gegen Norden hin nicht höher als nach dem Mittelmeere sich ausbreiten. Die abgebildete Art (Meerschnepfe, Centriscus scolopax, Taf. 22, Fig. 13) im Mittelmeer.

Die Familie der Panzerwangen (Cataphracta) zeigt in einigen Gattungen die seltsamsten Formen, welche überhaupt in der ganzen Klasse vorkommen. Der Kopf dieser Fische ist meist unverhältnißmäßig groß und oft mit seltsamen Stacheln, Vorsprüngen und Hautlappen versehen, sodaß er ein höchst sonderbares Aussehen gewinnt. Der Vorderdeckel ist fast immer in Stacheln oder Dornen ausgezogen, mit Rauhigkeiten und Ecken bedeckt und die Reihe der Unteraugenknochen unter sich und mit dem Vorderdeckel so verwachsen und so ausgedehnt, daß sie eine schützende Knochendecke auf der Wangengegend bilden, unter welcher der Kaumuskel sich anheftet. Das System der senkrechten Flossen ist gewöhnlich sehr stark entwickelt, die mächtigen Stachelstrahlen stehen bald vereinzelt, wie bei den gemeinen Stichlingen (Gasterosteus aculeatus, Taf. 23, Fig. 10), bald bilden sie eine vordere Rückenflosse, wie bei den Groppen (Cottus), bald vereinigen sich beide Arten von Strahlen zu einer einzigen großen Rückenflosse. Die Brustflossen sind meistens ungemein entwickelt, bei einer Gattung (Dactylopterus) sogar von Körperlänge, sodaß sie als Flugwerkzeuge dienen; zuweilen finden sich vor ihnen freie gegliederte Strahlen, die wie es scheint selbst zum Tasten benutzt werden; die Bauchflossen sind klein, meist unter den Brustflossen aufgehängt; jedoch gibt es auch Gattungen, wie die erwähnten Stichlinge, wo sie durch einen starken Stachel, der unter dem Bauche steht, vertreten sind. Die Haut ist bei der Minderzahl entweder nackt oder mit Knochentafeln gepanzert, meist aber mit kleinen Schuppen bedeckt, die stets Kammschuppen sind, sonst aber in ihrer Structur sehr wechseln. Oft finden sich nur sehr wenige Zähnchen auf dem hintern Rande, bei andern kleine, wenig erhabene, kielförmige Leisten; ja bei einigen Knurr- oder Seehähnen (Trigla) scheinen sogar die Kammzähnchen gänzlich zu fehlen und reine, ganzrandige Cycloidschuppen vorzukommen. Die Stichlinge, welche unsere süßen Gewässer bewohnen, zeichnen sich durch eine merkwürdige Fürsorge für ihre Jungen aus. Das Männchen baut nämlich zur Laichzeit aus Wasserpflanzen, die es mit Steinen beschwert, ein rundes Nest mit einem einzigen Zugange, in welches das Weibchen dann die Eier ablegt, die das Männchen in dem Neste befruchtet. Während der ganzen Zeit der Entwickelung der Jungen bewacht nun das Männchen mit vielem Muthe das Nest, von dem es jede sich nähernde Gefahr abzuwenden sucht. Außer diesen und den Groppen kommt keine Art der zahlreichen Familie in den süßen Gewässern vor, während sie alle Meere bevölkern.

Die Familie der Barsche (Percida) unterscheidet sich von der vorigen durch die freien Unteraugenknochen, welche mit dem Vorderdeckel in keiner Weise verwachsen sind. Der Kopf hat meistens eine regelmäßige Gestalt und entbehrt jener unförmlichen Stacheln und Anhänge, welche bei den Panzerwangen so oft vorkommen; dagegen ist der Vorderdeckel oder der Kiemendeckel oder beide zugleich an ihrem hintern Rande mit Stacheln oder Zähnelungen versehen. Der Schädel ist namentlich in seinem hintern Theile sehr entwickelt, während das Gesichtstheil lang und schmal ist. Der mittlere Kamm des Schädels setzt die Stirnlinie fort, ohne sich von den Hinterhauptsbeinen über die Stirnbeine wegzuziehen, die stets flach sind. Die seitlichen Schädelkämme gehen ebenfalls nie weiter, als bis zum hintern Rand der Augenhöhle. Die Mundspalte ist gewöhnlich weit und die Kiefer sowol wie der Vordertheil des Pflugscharbeins immer, die Gaumenbeine meistentheils mit Hechel- oder Bürstenzähnen besetzt, unter denen sich zuweilen einige größere Fangzähne auszeichnen. Die Schuppen sämmtlicher Barsche sind an ihrem hintern Rande rauh und stachelig, meist durch aufgesetzte kleine zahnartige Stückchen, zuweilen aber auch dadurch, daß die sehr dicke und starke Schuppe auf ihrer Hinterfläche wie ein Kamm ausgesägt ist. Nähere Untersuchungen über die Anatomei dieser sehr zahlreichen Familie, und namentlich über die Structur ihres Schädels werden ohne Zweifel noch fernere Anhaltspunkte zu ihrer Unterscheidung bieten. Wir theilen dieselben einstweilen in folgende Gruppen: Die eigentlichen Barsche (Percida), mit spindelförmigem, meist etwas seitlich zusammengedrücktem Körper, gezähneltem Vorderdeckel und weiter Mundspalte, haben gewöhnlich sieben, selten weniger, niemals mehr Strahlen in der Kiemenhaut und bald eine einfache, halbstachelige Rückenflosse, wozu unser Kaulbarsch (Acerina cernua, Taf. 23, Fig. 13) gehört; bald zwei Rückenflossen, von welchen die erste stachelich die zweite mit weichen Strahlen versehen ist; hierher gehört unser gewöhnlicher Flußbarsch (Perca fluviatilis, Fig. 12) und der mit Recht so geschätzte Sander, Schill, Amaul oder Fogosch der Ungarn (Lucioperca sandra, Fig. 11); ihre Bauchflossen die höchstens sechs weiche Strahlen haben stehen unter den Brustflossen und ihre Schuppen sind stets an dem hintern Rande durch aufgesetzte Stückchen rauh und gezähnt; sie kommen theilweise in süßen Gewässern, meistens aber in dem Meere vor und haben meist vortreffliches Fleisch. Die Urbarsche (Holocentrida) gleichen den vorigen in der Stellung der Bauchflossen, die indessen stets wenigstens sieben weiche

Strahlen haben, unterscheiden sich aber von ihnen wesentlich dadurch, daß die Kiemenhaut zum mindesten sieben Strahlen besitzt und daß die Schuppen, die aus biegsamer Hornsubstanz gebildet sind, an dem hintern Rande einfach gesägt sind.

Eine dritte Gruppe, die der **Petermännchen** (Trachinida), wird von denjenigen Gattungen gebildet, bei welchen die Bauchflossen ziemlich weit vor den Brustflossen hart unter der Kehle stehen und außerdem eine sehr kleine stachelige Rückenflosse und deutliche, ganzrandige Cycloidschuppen sich finden; zwei Charaktere, die so sehr auffallen, daß allerdings eine vollständige Trennung dieser Gruppe und ihre Erhebung zu einer eigenen Familie gerechtfertigt erscheint. Der Stich ihrer Rückenstacheln wird von den Fischern sehr gefürchtet.

Die Familie der **Umberfische** (Sciaenida) kommt mit den Barschen in der allgemeinen Körperform und in der Anordnung der Flossen vollkommen überein; auch hier findet sich bald nur eine, bald zwei getrennte Rückenflossen, während die Bauchflossen stets unter den Brustflossen stehen; das Maul ist weit gespalten, die Kiefer häufiger als bei den vorigen mit starken Fangzähnen zwischen den kürzern Zähnen besetzt; Pflugschar und Gaumenbeine, welche bei den Barschen stets Zähne tragen, sind bei den Umbern ohne Ausnahme zahnlos, dagegen der Kiemendeckel und der Vorderdeckel stets gezähnt oder bestachelt. Die Schuppen sind immer Kammschuppen und erstrecken sich meist über Kopf, Wangen und Kiemendeckel, oft auch weit auf die Flossen hinauf, und es kommt sogar ein Beispiel vor, daß auf den großen Schuppen noch kleinere aufliegen. In ihrer Structur zeigen diese Schuppen viele Regelmäßigkeit; die dem Hinterrande aufgesetzten Zähnchen stehen zierlich geordnet im Quincunx; die concentrischen Streifen sind wenig entwickelt. Der Schädel ist in der Stirngegend meist stark gewölbt und diejenigen Knochen, welche die Schleimkanäle leiten, blasenartig aufgetrieben, sodaß sie oft große Höhlen bilden. Die überall geschlossene Schwimmblase hat seltsame, blindsackartige Anhänge zu beiden Seiten, welche sich oft noch fingerförmig vertheilen und der ganzen Schwimmblase das Ansehen eines mit Fransen besetzten Beutels geben. Die abgebildete Art im Mittelmeere: der **Corb** (Corvina nigra, Fig. 5).

Die Familie der **Meerbrassen** (Sparida) trägt in Gaumenknochen und Pflugschar keine Zähne, glatte Hinterränder des Vorderdeckels, hohen, seitlich zusammengedrückten Körper. Es findet sich nur eine Rückenflosse, welche in ihrer vordern Hälfte stark stachelig ist. Die mäßig großen Schuppen sind unter allen Umständen Kammschuppen und reichen nur genau bis zur Grenze der Flossen. Die obere Fläche des Schädels ist winkelig; die Stirn horizontal, während die Nasengegend nach vorn, die Hinterhauptsgegend nach hinten abfällt. Die Schädelkämme sind hoch, dünn und schneidend und vereinigen sich meist mitten auf der Stirn. Die Bauchflossen stehen unter den mäßig entwickelten Brustflossen. Bei einer kleinen Gruppe der Familie, deren Fleisch nur schlecht ist (Maena, Smaris, Gerres, Caesio), findet sich jene Verlängerung des hintern Astes der Zwischenkieferknochen, wodurch ein stark vorstreckbares Maul gebildet wird, und ist diese Bildung mit der Gegenwart von kleinen Bürstenzähnen verbunden. Bei allen übrigen sind die Kiefer ziemlich fest, das Maul (Maul der Dorade, geöffnet, Fig. 9) nicht protractil, dagegen mit äußerst kräftigen Zähnen bewaffnet, welche bald meißelförmig und schneidend, bald spitzkegelförmig und gekrümmt, bald platt mit abgerundeter, gewölbter Mahlfläche sind. Alle Fische dieser Familie bewohnen nur das Meer, und das Fleisch derer, welche zu der letztern Gruppe gehören, ist im allgemeinen sehr geschätzt. Hierher die mittelländische **Dorade** (Chrysophrys aurata, Fig. 8), die nicht mit der eigentlichen Dorade (Coryphaena) verwechselt werden darf, welche im Ocean den fliegenden Fischen nachstellt und einer besondern, den Makrelen nahen Familie angehört.

In der Familie der **Schuppenflosser** (Squamipennia) erscheint die seitliche Abplattung des Körpers auf den höchsten Punkt getrieben, sodaß derselbe eine platte Scheibe darstellt von rundlicher oder mehr ediger Gestalt, deren oberer und unterer Rand mit den stark entwickelten senkrechten Flossen besetzt ist. Die Körpergestalt gleicht in vieler Beziehung derjenigen der Schollen, doch mit dem Unterschiede, daß jede Spur von Asymetrie fehlt, beide Seiten des Körpers gleich lebhaft gefärbt sind und jede ein Auge trägt, das welches meist ein dunkel gefärbter, senkrechter Streif geht. Der Kopf dieser Fische ist sehr klein, die Schnauze meist etwas vorgezogen, die Mundspalte gewöhnlich klein und in der Regel mit langen, biegsamen, einigen Bürstenzähnen auf dem Rande der Kiefer besetzt. Nur wenige Gattungen besitzen schneidende oder hechelförmige Zähne in den Kiefern und auch am Gaumen und dann zugleich eine weitere Mundspalte. Der ganze Körper, sowie gewöhnlich auch der Kopf, mit meist glatten Vorder- und Kiemendeckel zeigt, sind mäßig großen Kammschuppen bekleidet, welche sich auf diejenigen Theile der senkrechten Flossen, die aus biegsamen Strahlen bestehen, so sehr fortsetzen, daß die Grenze zwischen Körper und Flosse gar nicht angegeben werden kann. Die concentrischen Linien der Schuppen sind dicht gedrängt; die ganze hintere Hälfte der Schuppe mit zahlreichen, in Linien gestellten Kammzähnchen besetzt, statt deren zuweilen nur kielförmige gesägte Erhöhungen vorhanden sind. Stets findet sich nur eine Rückenflosse, deren vordere Stacheln meist sehr kurz, stark und ihrer größten Länge nach im Fleische verborgen sind, sodaß häufig nur ihre freien Spitzen hervorsehen. Die bizarr geformten Fische, welche nur die südlichen Meere bewohnen, zeichnen sich durch den außerordentlichen Reichthum ihrer brennenden Farben aus, deren Glanz noch dadurch erhöht wird, daß sie mit meist queren Bändern und Streifen sehr dunkler und schwarzer Farben durchzogen sind. Die abgebildete Art (**Spritzenmeister**, Chelmon rostratus, Taf. 22, Fig. 18) der indischen Gewässer spritzt aus dem Röhrenmaule Wasserstrahlen auf Insekten.

Die Familie der **Lederfische** (Teuthida) wird von einer kleinen Gruppe pflanzenfressender Fische der südlichen Meere gebildet, welche einen abgeplatteten hohen Körper besitzen, dessen Contour eine eiförmige Figur bildet. Der Schädel zeigt stets einen kleinen dünnen Hinterhauptskamm sowie zarte seitliche Kämme, aber keine tiefen Gruben; die Stirnbeine sind sehr stark, dick und oft seltsam gezeichnet; das Keilbein tritt als scharfer, schneidender Kiel nach unten vor. Die Flossen sind von dem Körper wohl abgesetzt und dieser ebenso wie der Kopf mit lederartiger Haut überzogen, welche sehr kleine, kammförmig gezähnte Schuppen ein körniges Aussehen geben; die Mundspalte ist nur klein und die Bildung der Kiefer sowie der Deckelapparate zeigt eine bedeutende Annäherung an die Haftkiefer, obgleich keine Spur jener starken Verwachsung existirt, welche jene Unterordnung charakterisirt. Die lange Rückenflosse, die sich über den ganzen Rücken hin erstreckt,

t in ihrer größern Hälfte meist stachelig und ent- ›richt einer fast ebenso ausgedehnten, halbstacheligen ſſterfloſſe; die Bauchflossen stehen unter den Brust- ossen. Die Zähne bilden eine einfache, meist schnabel- örmig vortretende Reihe in beiden Kiefern, während ›aumen und Pflugschar zahnlos sind. Gewöhnlich eſitzen diese Fische zu beiden Seiten des Schwanzes ntweder mehrfache scharfe Stacheln oder auch einen ichelförmig gekrümmten schneidenden Dorn, mit dem ie arge Wunden versetzen können, wie die abgebildete, eshalb gefürchtete Art (Seebader, Acanthurus chi- urgus, Fig. 14).

Die Familie der Makrelen (Scomberida) ist nicht veniger zahlreich, als die Familie der Barsche, steht ıber dieser an Nutzbarkeit für den Menschen weit ›oran; es sind nur Seefische, die bald eine regelmäßig ſpindelförmige, bald eine mehr abgeplattete hohe Körper- ɜestalt zeigen und stets ein dünnes Schwanzende mit mächtiger, gewöhnlich halbmondförmiger Schwanzflosse besitzen. Ihr Körper ist oft ganz nackt, mit sehniger, silberglänzender Haut überzogen, in andern Fällen ist er nur theilweise, namentlich in der Schultergegend und längs des Rückens, in seltenen Fällen gänzlich mit kleinen, rundlichen Cycloidschuppen besetzt, denen die Fächerlinien ganz fehlen, während die concentrischen Linien nur dem hintern Rande parallel laufen und einen Kreis um die Schuppe herum bilden. Meist finden sich an den Seiten des Schwanzes, am Ende der Seitenlinie und an den Kanten desselben vorspringende, mit gekielten Schuppen, die oft sägeförmig werden, besetzte Leisten; Kiemen- und Vorderdeckel sind ganzrandig und ungezähnelt. Die Anordnung der Flossen ist sehr verschieden; zuweilen findet sich nur eine Rückenflosse, vorn mit Stacheln, hinten mit biegsamen Strahlen versehen; in andern Fällen sind beide Theile der Rückenflosse gänzlich getrennt; oft sind die Stacheln des vordern Theils gänzlich frei, nicht durch Haut verbunden, zuweilen einige davon in langen Peitschenfäden ausgezogen, was auch manchmal mit den biegsamen Strahlen geschieht. Bei den typischen Makrelen sind die hintern weichen Strahlen nur kurz und nicht durch Flossenhäute miteinander verbunden, sodaß man hier eine sichelförmige Rücken- und Afterflosse findet, hinter denen auf beiden Kanten des Schwanzes eine größere Anzahl kleiner Nebenflossen steht. Die Bauchflossen fehlen nur selten, stehen aber entweder unter den Brustflossen oder etwas weiter nach vorn; die Zähne sind meist hechelförmig, zuweilen sehr groß und spitz und meist nur auf den Kiefern entwickelt.

Man kann in dieser Familie zwei Gruppen unterscheiden: die eine mit seitlich zusammengedrücktem, kurzem Körper, steilem Stirnprofil, vorstreckbarem Maule und kleiner Mundspalte, wozu die Silberplatte, deren Skelet wir geben (Skelet der Silberplatte, Argyreiosus, Taf. 23, Fig. 4) und der im Mittelmeere bekannte Sonnenfisch oder St.-Petersfisch (Zeus faber) gehören; die andere mit lang ausgezogenem, spindelförmigem oder selbst aalförmigem Körper, flachem Stirnprofil und weit gespaltenem Maule, das oft mit großen hakenförmigen Fangzähnen bewaffnet ist. Letztere sind gefährliche Raubfische, die gewöhnlich in Scharen zur Laichzeit wandern und ein äußerst schmackhaftes, gesundes Fleisch besitzen. Die gewöhnliche Makrele (Scomber scombrus, Fig. 2) sowie der Thunfisch (Thynnus vulgaris, Fig. 1) sind besonders unter ihnen bekannt; letzterer, der eine bedeutende Länge und oft ein Gewicht von 10 Centnern erreicht, wird im Frühjahre bei seinen Zügen an den Küsten des Mittelmeers in eigenthümlichen Netzen gefangen, die trichterförmig beginnen, nach hinten sich immer mehr verengen und in einen beutelförmigen Sack auslaufen, in dem man die Thunfische zusammentreibt und dann mit Spießen und Harpunen tödtet.

An die Familie der Makrelen schließen sich zunächst die Schwertfische (Xiphioida) an, die man bisher mit den vorigen vereinigte. Die Oberkinnlade dieser Thiere ist in einen langen Schnabel ausgezogen, welcher hauptsächlich von dem Zwischenkiefer gebildet wird und der bald rund, bald schwertförmig platt und meistens mit kurzen kleinen Zähnchen besetzt ist; der Unterkiefer ist bei weitem kürzer, spitz ausgezogen, der übrige Kopf rundlich und der Schädel oben ganz platt und durchaus ohne vorspringende Leisten oder Kämme, welche bei den Makrelen immer stark entwickelt sind. Ihre Wirbelsäule zeichnet sich noch durch eigenthümlich gestaltete Dornfortsätze aus, die in Gestalt breiter Platten fast die ganze Länge der dünnen, in der Mitte stark eingezogenen Wirbelkörper einnehmen. Auch die Bildung der Kiemen ist höchst eigenthümlich, indem die Blättchen derselben alle miteinander so verwachsen sind, daß sie eine einzige breite gewellte Hautlamelle bilden, an welcher man die Abtheilung der ursprünglichen Blättchen nur durch einzelne rißartige Streifen angedeutet sieht; eine Bildung, die bei keinem andern Knochenfische vorkommt. Der Körper der Schwertfische ist langgestreckt, mit einer stacheligen Rückenflosse versehen, die in dem Nacken anfängt und sich fast bis zum Schwanze fortsetzt, wo eine kleine weichstrahlige Flosse sich an sie anschließt; die Brustflossen sind ziemlich groß, säbelförmig, die Bauchflossen fehlen entweder ganz oder sind durch zwei lange Knochenstrahlen unter der Kehle ersetzt; die Schwanzflosse ist sehr tief ausgeschnitten; an ihrer Wurzel finden sich ein oder zwei knorpelig häutige, vorspringende Leisten. Es sind große, schwere Fische, außerordentlich gute Schwimmer, von denen einige Arten eine Länge von 20 Fuß erreichen und die besonders die größern Fische verfolgen und mit dem starken Schwerte durchbohren. Sie gehören hauptsächlich den südlichen Meeren an, und nur der gewöhnliche Schwertfisch kommt im Mittelmeere häufig und vereinzelt zuweilen in der Nordsee vor. Der abgebildete Fächerfisch (Histiophorus immaculatus, Fig. 3) aus den indischen Meeren wird über 20 Fuß lang; man hat öfters sein Schwert in Schiffskörpern gefunden, in die er es in toller Wuth eingebohrt hatte und abgebrochen zurückließ.

Die Familie der Harder (Mugilida) umfaßt nur wenige Fische mit spindelförmigem Körper, die in ihrer äußern Form einige Aehnlichkeit mit den Weißfischen haben. Der Kopf ist plattgedrückt, die Wangen meist in gleicher Weise wie der Körper und die Stirnfläche des Kopfes mit großen, runden Schuppen bedeckt, welche ihre hintern Zähnchen sehr leicht verlieren, sodaß sie glattrandig erscheinen. Das Maul ist quer, eckig, zahnlos oder mit sehr feinen Bürstenzähnen bewaffnet; die kleine stachelige Rückenflosse steht etwa in der Mitte des Leibes und ist durch einen weiten Zwischenraum von der ebenfalls kleinen, weichen Flosse getrennt; die Bauchflossen stehen etwas nach vorn, aber doch stets in einiger Entfernung hinter den Brustflossen. Es sind wohlschmeckende Fische, die nicht hoch nach Norden gehen und gern in die Flußmündungen aufsteigen. Die abgebildete Art (Harder, Mugil cephalus Fig. 6) ist unter dem Namen Cefalo am ganzen Mittelmeer bekannt und geschätzt.

Die Familie der Scheibenbäuche (Gobioida) wird aus einer großen Anzahl meist schlanker, langgestreckter Fische gebildet, bei denen die an der Kehle oder an der Brust stehenden Bauchflossen in eigenthüm-

Weise zu einer Haftscheibe ausgebildet sind. Die Schuppen dieser Fische sind groß, ihre concentrischen Linien wenig vortretend und weit auseinandergerückt, die Fächerlinien zahlreich; die Zähnchen auf der hintern Schuppenhälfte klein, nur in einfacher Reihe aufgestellt und oft so auf die obere Fläche aufgesetzt, daß der hintere glatte Rand der Schuppe über die Zähnchen hinausragt. Bei einer Gruppe dieser Thiere (Opistognathus) sind zwar die Bauchflossen noch vollständig getrennt, ihre Strahlen aber so gestellt, daß sie von beiden Seiten her eine Art von Trichter bilden. Bei den andern (Echeneis) sind die Bauchflossen nur an dem Grunde miteinander verwachsen; bei noch andern endlich vollständig zu einer trichterförmigen Scheibe vereinigt, an welcher bald sämmtliche Strahlen unverzweigt und einfach, aber doch biegsam (Cyclopterus), oder auch bis auf den ersten Strahl alle verzweigt sind. Hierher gehören unsere Groppen (Gobius fluviatilis). Die meist kleinen Fische lieben in der That den Strand, wo sie sich am Grunde mit ihren Bauchflossen gern unter Steinen anheften. Die Stacheln der Rückenflosse sind entweder weich und biegsam und wenig zahlreich, oder selbst gänzlich unter der Haut verborgen, die Brustflosse gewöhnlich stark entwickelt. Die Gruppe der Seehasen (Cyclopterus lumpus, der Lump, in der Nordsee) zeichnet sich außerdem noch dadurch aus, daß sie nur drei oder vierthalb Kiemen besitzen, und die Schiffshalter (Echeneis), welche ebenfalls zu dieser Familie gehören, zeigen auf dem Kopf einen merkwürdigen, aus gezähnelten knöchernen Querblättchen gebildeten Apparat, mit dem sie sich äußerst fest sogar an lebende Fische anheften und so sich von diesen umhertragen lassen.

Die Schleimfische (Blennioida) ähneln den vorigen ziemlich in ihrer Körperform, unterscheiden sich aber von ihnen durch die sehr unvollständig entwickelten kleinen Bauchflossen, welche unter der Kehle sitzen, oft gänzlich fehlen und gewöhnlich nur sehr wenige, biegsame, unverzweigte Strahlen besitzen. Der Körper dieser Thiere ist von einer weichen, sehr schleimigen Haut überzogen, die Schuppen fehlen entweder ganz oder sind nur äußerst klein und versteckt. Ihr Schädelbau ist höchst charakteristisch. Das Hinterhaupt ist abgeplattet und bildet ein gleichseitiges Dreieck, dessen nach vorn gerichtete Spitze sich in einen mittlern Kamm bis über die Augenhöhlen hin fortsetzt. Hinter den Augenhöhlen ist der Schädel von der Seite her so zusammengedrückt, daß nur wenig Raum für das Vorderhirn bleibt und die Ränder der Augenhöhle flügelartig nach hinten vorragen, während sie zugleich seitlich sich aufwulsten, sodaß die Stirnfläche eingedrückt erscheint. Die untere Schädelfläche bildet einen schneidenden Kiel. Es findet sich nur eine Rückenflosse, die sich meist vom Nacken bis zum Schwanze erstreckt und deren Stachelstrahlen in den häufigsten Fällen äußerst weich und biegsam sind. Die Brustflossen sind gewöhnlich sehr groß, fächerartig und ziemlich frei beweglich, die Bauchhöhle kurz und vor dem After eine stark vorspringende, weiche Geschlechtswarze angebracht, die um so mehr eine wirkliche Begattung möglich zu machen scheint, als manche Arten dieser Fische lebendige Junge gebären; ihre Zähne sind meistens sehr groß, stark, kegelförmig, und oft finden sich hinter den Fangzähnen noch Mahlzähne, wie beim Seewolf der Nordsee (Anarrhichas lupus). Die eigentlichen Blennius-Arten sind oft sehr schön gezeichnet (Seeschmetterling, Blennius ocellatus, Taf. 22, Fig. 16). Eine Art aus der Ostsee zeichnet sich dadurch aus, daß sie lebende Junge zur Welt bringt (Aalmutter, Zoarces viviparus, Fig. 17).

Die Familie der Armflosser (Pediculata) umfaßt eine kleine Gruppe häßlicher, widerlicher Fische mit ganz nackter oder warzig rauher Haut, deren vorspringende Brustflossen sich durch eine besondere Beweglichkeit auszeichnen. Die Knochen der Mittelhand sind nämlich vollkommen stielförmig ausgezogen und bilden so einen langen armähnlichen Knochen, der eine ziemlich freie Beweglichkeit besitzt und an dessen Spitze die Flossen angebracht sind. Manche dieser Thiere können sich dieser verlängerten Brustflossen förmlich als fußähnlicher Stützen bedienen, auf denen sie den Vorderleib emporzuheben und zu watschelnden Stande sind. Hinter diesen Brustflossen befindet sich die kleine Kiemenspalte, welche in einen ungeheuer weiten Kiemensack führt, in dem sich nur dritthalb bis vierthalb Kiemen befinden. Die Bauchflossen stehen vor den Brustflossen unter der Kehle und sind ebenso wie die senkrechten Flossen nur sehr wenig entwickelt. In Hinsicht des Maules kann man zwei Typen unterscheiden: die einen (Lophius, Batrachus) mit ungeheuer großem, abgeplattetem Kopfe, der wenigstens ein Drittel ja selbst über die Hälfte der Körperlänge einnimmt und mit weiter Rachenspalte, die mit großen Fangzähnen bewaffnet ist; die andern mit kleinem Kopfe und enger, schwach bezahnter Mundspalte. Zu dieser letztern gehört die Seefledermaus (Malthea vespertilio, Fig. 15) der indischen Meere.

Die letzte Familie dieser Unterordnung wird von den Labyrinthfischen (Labyrinthida) gebildet. Die äußere Körperform dieser Fische wechselt sehr, demgemäß nähert sie sich derjenigen der Lippfische und selbst der Schuppenflosser, während andere (Ophiocephalus) sich in langgestreckter Aalgestalt zeigen. Es findet sich stets nur eine Rückenflosse, deren vorderer Theil gewöhnlich stachelig ist, und schwach ausgebildete Bauchflossen, die senkrecht unter den Brustflossen stehen. Alle sind beschuppt, doch haben die Gattungen mit starken Stacheln in Rücken- und Afterflosse wohlausgebildete Kammschuppen, während die aalförmige Gattung bei weichen biegsamen, wenn auch ungetheilten Strahlen der senkrechten Flossen zugleich wohlausgebildete Cycloidschuppen besitzt. Der wesentliche Charakter dieser Fische liegt in den obern Schlundknochen, welche zu gewundenen Blättern ausgebildet sind, die in einer bedeutenden Höhle an der Schädelbasis und zur Seite derselben entfaltet sind und so ein Reservoir mit vielen Zellen bilden, in welchen diese Fische das zur Anfeuchtung ihrer Kiemen nöthige Wasser aufbewahren können. Alle Fische dieser Familie leben nur in den süßen Gewässern tropischer Gegenden und verlassen oft lange Zeit das Wasser, um auf dem festen Lande herumzukriechen, ja die hier abgebildete, aus Indien stammende (Kletterfisch, Anabas scandens, Taf. 23, Fig. 7) Art soll sogar mittels der Stacheln ihrer untern Flossen und namentlich ihres Kiemendeckels in den Ritzen von Baumstämmen in die Höhe klettern können. Die meisten liefern ein schmackhaftes, gesundes und sehr geschätztes Fleisch, und einige Arten zeichnen sich auch noch dadurch aus, daß ein Strahl ihrer Bauchflossen zu einem ungemein langen Faden ausgezogen ist.

Wir erwähnen nur die Familien der Doraden (Coryphaenida), der Pfeilhechte (Sphyraenida), der Dornrücken (Notacanthida), der Bandfische (Taenioida).

Ordnung der Haftkiefer (Plectognathi).

Der Oberkieferapparat mit dem Schädel verwachsen; kammförmige Kiemen.

Die kurzen, entweder fast kugelförmigen oder seitlich

rk zusammengedrückten Fische, welche dieser Unterordnung angehören, zeigen in dem Baue ihres Schädels eine ganz besondere Festigkeit, während das übrige Skelet bei einigen lange Zeit nur unvollständig verknöchert und die Wirbel namentlich jene faserig zellige Structur zeigen, deren wir früher erwähnten. Der Zwischenkiefer ist bei diesen Fischen bedeutend groß und bildet für sich allein den obern Rand der stets engen und kleinen Mundspalte; er ist einerseits mit den Schädelknochen und andererseits mit dem dahinter liegenden Oberkiefer, welcher an der Bekleidung der Mundspalte keinen Antheil nimmt, fest und innig verwachsen; ebenso sind die Gaumenknochen durch Naht mit den übrigen Schädelknochen unbeweglich verbunden, namentlich an dem Schläfenbeine, wo es statt eines hintern Gelenks eine Naht vorkommt, sodaß der ganze Kiefer-Gaumenapparat ein einziges festes Gewölbe bildet. Der Kopf bildet meist einen großen Theil des Körpers. Die Kiemenspalten sind nur klein, der Kiemendeckel und die Kiemenhaut gänzlich durch aufliegende Haut und Muskelmassen bedeckt. Rippen und Bauchflossen fehlen meist gänzlich. Die Wirbelsäule ist äußerst kurz, die Wirbel wenig zahlreich (höchstens 20); das Rückenmark reicht nur eine geringe Strecke in den Wirbelkanal hinein und löst sich dann in die Nervenwurzeln auf. Die Hautbedeckung ist in eigenthümlicher Weise ausgebildet. Die Lederhaut ist sehr dick und bald nur rauh durch kleine Schmelzstückchen, wie bei den Haien, bald mit längern, dreigliederigen Stacheln, Fußangeln ähnlich, besetzt, bald auch in ihrem ganzen Umfange mit Tafeln belegt, welche durch ihr Zusammenstoßen einen förmlichen Panzer bilden, der demjenigen der Schmelzschupper einigermaßen ähnelt, obgleich diese Tafeln eine durchaus verschiedene Structur besitzen. Der Darmkanal ist weit, kurz, ohne pylorische Anhänge; die meisten haben eine große, weite Schwimmblase. Die Flossen sind im ganzen nur schwach entwickelt und nur von weichen Strahlen gestützt, ausgenommen bei einigen Gattungen, wo sich außer der weichen hintern Rückenflosse noch ein Paar vordere Stacheln vorfinden, welche in eigenthümlichen Gelenken aufgerichtet und festgestellt werden können.

Die Familie der Hartháuter (Sclerodermata) zeigen die kleine Mundspalte mit einer Reihe schief gestellter Zähne bewaffnet, die in eigenen Zahnhöhlen des Kiefers stehen und in ihrer Form den menschlichen Schneidezähnen einigermaßen ähnlich sehen. Es werden diese Zähne durch Ersatzzähne gewechselt, die in der Kinnlade verborgen liegen und von unten herauf allmählich an die Stelle des alten Zahns eintreten. Der Körper ist mit hornigen Tafeln bekleidet, die auf ihrer Oberfläche mit einer Lage von Zahnsubstanz überzogen sind, sonst aber entweder nur körnige Zeichnungen oder auch eine ganz glatte Oberfläche darbieten. Bei einer Gattung (Vierhorn, Ostracion quadricornis, Taf. 24, Fig. 21), welche die Unterfamilie der Kofferfische (Ostracida) bildet, werden diese Tafeln sehr groß, meist sechseckig, und rücken so zusammen, daß sie eine unbewegliche Panzerkapsel bilden, aus welcher nur der Schwanz und die beweglichen Flossen hervorragen; die Zähne sind bei dieser Unterfamilie nur klein, meißelförmig und ohne Schmelz. Bei der Unterfamilie der Hornfische (Balistida) bilden diese Tafeln eine förmliche Schuppenbekleidung, ausdehnbar und beweglich, welche sich über Kopf und Körper fortsetzt und zuweilen selbst zu ganz kleinen Schuppenkörnchen herabsinkt. Die meisten Fische dieser Familie haben oben auf dem Rücken starke gezähnelte Stacheln, welche in eigenthümlichen Gelenken einschnappen und so festgestellt werden können; sie finden sich, wie diejenigen der folgenden Familie, nur in südlichen Meeren und gehen nicht weiter nördlich, als bis in das Mittelmeer.

Die Familie der Nacktzähner (Gymnodonta) unterscheidet sich von der vorigen hauptsächlich durch die Hautbedeckung und die Bewaffnung der Kiefer; diese letztern treten nämlich scharf schnabelartig vor und sind außen wie innen mit einem Gusse fester Zahnsubstanz überkleidet, die aus senkrechten Zahnröhren besteht und zuweilen in der Mitte durch eine Furche getheilt ist. Diese einzige scharfe Zahnplatte, welche die Kiefer bekleidet, dient den Thieren zum Zermalmen von Krusten- und Schalthieren, welche ihre hauptsächlichste Nahrung ausmachen. Die Haut ist sehr dick, lederartig, mit größern oder kleinern Stacheln besetzt, welche sogar zuweilen von dem Fische willkürlich gesträubt werden können. Die meisten Gattungen dieser Familie besitzen eine sehr große Schwimmblase und außerdem noch einen weiten beutelförmigen Kehlsack, der in den Schlund mündet und sich weit nach hinten unmittelbar unter der Haut des Bauches erstreckt. Die so gebildeten Fische kommen bei ruhigem Wetter an die Oberfläche des Wassers, schlucken dort eine Menge Luft in den Kehlsack ein, blähen sich dadurch in unförmlicher Weise auf und treiben dann, den Bauch nach oben gekehrt, auf der Oberfläche des Wassers; ihr Fleisch ist sehr schlecht, und das einiger Arten wird, ebenso wie das Fleisch vieler Fische der vorigen Familie, für giftig gehalten. Man kann unter ihnen drei Unterfamilien unterscheiden: Die Igelfische (Diodontida), welche die erwähnte Fähigkeit des Aufblasens im hohen Grade besitzen und deren obere Wirbelbogen sich in der Mittellinie nicht vereinigen, sodaß der ganze Rückenmarkskanal von oben her geöffnet ist. Ihr Rückenmark ist nur knopfförmig; Rippen fehlen durchaus. Die Nase ist sehr eigenthümlich gestaltet. Meist steht sie warzig vor; oft ist die Warze gewölbt, mit zwei Nasenlöchern versehen, zuweilen finden sich sogar ganz solide Warzen ohne Höhlungen irgendeiner Art. Die Dreizähner (Triodontida) können sich nicht aufblasen, sowenig als die Mondfische (Orthagoriscus mola, Fig. 20) die einen kurzen, platten, schwanzlosen Körper mit faserknochigem, weichem Skelet und keine Schwimmblase haben.

Ordnung der Büschelkiemer (Lophobranchii).

Kiemen büschelförmig.

Die kleinen Fische, welche dieser Ordnung angehören, sind auf der ganzen Oberfläche ihres Körpers mit Knochenschildern gepanzert, welche meist eine vierseitige gerippte Gestalt haben und mit ihren Rändern aneinanderstoßen. Meistens unterscheidet man an diesen Knochenschildern eine äußere und eine innere Lage von Knochenlamellen, zwischen welchen in der Mitte Hornsubstanz entwickelt ist. Die Gesichtsknochen, besonders die Nasenbeine, die Gaumenbeine und das Pflugscharbein sind außerordentlich lang, vorgezogen und bilden eine Röhre, welche den Schädeltheil des Kopfes oft um das Sechsfache an Länge übertrifft und an deren vorderm Ende sich die kleine Mundspalte von den kleinen Kiefern umgeben zeigt; die verlängerte Schnauze wird demnach bei diesen Fischen nicht von den Kiefern, sondern von den Trageknochen derselben, die den Gesichtstheil zusammensetzen, gebildet. Der Kiemendeckel ist groß, blasig aufgetrieben, an seinem untern und hintern Rande aber durch die Haut lich an den Schultergürtel befestigt, sodaß

Weise zu einer Haftscheibe ausgebildet sind. Die Schuppen dieser Fische sind groß, ihre concentrischen Linien wenig vortretend und weit auseinandergerückt, die Fächerlinien zahlreich; die Zähnchen auf der hintern Schuppenhälfte klein, nur in einfacher Reihe aufgestellt und oft so auf die obere Fläche aufgesetzt, daß der hintere glatte Rand der Schuppe über die Zähnchen hinausragt. Bei einer Gruppe dieser Thiere (Opistognathus) sind zwar die Bauchflossen noch vollständig getrennt, ihre Strahlen aber so gestellt, daß sie von beiden Seiten her eine Art von Trichter bilden. Bei den andern (Echeneis) sind die Bauchflossen nur an dem Grunde miteinander verwachsen; bei noch andern endlich vollständig zu einer trichterförmigen Scheibe vereinigt, an welcher bald sämmtliche Strahlen unverzweigt und einfach, aber doch biegsam (Cyclopterus), oder auch bis auf den ersten Strahl alle verzweigt sind. Hierher gehören unsere Groppen (Gobius fluviatilis). Die meist kleinen Fische lieben in der That den Strand, wo sie sich am Grunde mit ihren Bauchflossen gern unter Steinen anheften. Die Stacheln der Rückenflosse sind entweder weich und biegsam und wenig zahlreich, oder selbst gänzlich unter der Haut verborgen, die Brustflosse gewöhnlich stark entwickelt. Die Gruppe der Seehasen (Cyclopterus lumpus, der Lump, in der Nordsee) zeichnet sich außerdem noch dadurch aus, daß sie nur drei oder vierthalb Kiemen besitzen, und die Schiffshalter (Echeneis), welche ebenfalls zu dieser Familie gehören, zeigen auf dem Kopf einen merkwürdigen, aus gezähnelten knöchernen Querblättchen gebildeten Apparat, mit dem sie sich äußerst fest sogar an lebende Fische anheften und so sich von diesen umhertragen lassen.

Die Schleimfische (Blennioida) ähneln den vorigen ziemlich in ihrer Körperform, unterscheiden sich aber von ihnen durch die sehr unvollständig entwickelten kleinen Bauchflossen, welche unter der Kehle sitzen, oft gänzlich fehlen und gewöhnlich nur sehr wenige, biegsame, unverzweigte Strahlen besitzen. Der Körper dieser Thiere ist von einer weichen, sehr schleimigen Haut überzogen, die Schuppen fehlen entweder ganz oder sind nur äußerst klein und versteckt. Ihr Schädelbau ist höchst charakteristisch. Das Hinterhaupt ist abgeplattet und bildet ein gleichseitiges Dreieck, dessen nach vorn gerichtete Spitze sich in einen mittlern Kamm bis über die Augenhöhlen hin fortsetzt. Hinter den Augenhöhlen ist der Schädel von der Seite her so zusammengedrückt, daß nur wenig Raum für das Vorderhirn bleibt und die Ränder der Augenhöhle flügelartig nach hinten vorragen, während sie zugleich seitlich sich aufwulsten, sodaß die Stirnfläche eingedrückt erscheint. Die untere Schädelfläche bildet einen schneidenden Kiel. Es findet sich nur eine Rückenflosse, die sich meist vom Nacken bis zum Schwanze erstreckt und deren Stachelstrahlen in den häufigsten Fällen äußerst weich und biegsam sind. Die Brustflossen sind gewöhnlich sehr groß, fächerartig und ziemlich frei beweglich, die Bauchhöhle kurz und vor dem After eine stark vorspringende, weiche Geschlechtswarze angebracht, die um so mehr eine wirkliche Begattung möglich zu machen scheint, als manche Arten dieser Fische lebendige Junge gebären; ihre Zähne sind meistens sehr groß, stark, kegelförmig, und oft finden sich hinter den Fangzähnen noch Mahlzähne, wie beim Seewolf der Nordsee (Anarrhichas lupus). Die eigentlichen Blennius-Arten sind oft sehr schön gezeichnet (Seeschmetterling, Blennius ocellatus, Taf. 22, Fig. 16). Eine Art aus der Ostsee zeichnet sich dadurch aus, daß sie lebende Junge zur Welt bringt (Aalmutter, Zoarces viviparus, Fig. 17).

Die Familie der Armflosser (Pec… eine kleine Gruppe häßlicher, widerli… ganz nackter oder warzig rauher Ha… springende Brustflossen sich durch eine … weglichkeit auszeichnen. Die Knochen … sind nämlich vollkommen stielförmig … bilden so einen langen armähnlichen … eine ziemlich freie Beweglichkeit besitzt … Spitze die Flossen angebracht sind. … Thiere können sich dieser verlängerte … förmlich als fußähnlicher Stützen bedien… sie den Vorderleib emporzuheben und … Stande sind. Hinter diesen Brustflosse… die kleine Kiemenspalte, welche in … weiten Kiemensack führt, in dem sich nur … vierthalb Kiemen befinden. Die Bauch… vor den Brustflossen unter der Kehle … wie die senkrechten Flossen nur sehr … In Hinsicht des Maules kann man zwei … scheiden: die einen (Lophius, Batrachus) … großem, abgeplattetem Kopfe, der wenigstens … ja selbst über die Hälfte der Körperlän… und mit weiter Rachenspalte, die mit … zähnen bewaffnet ist; die andern mit … und enger, schwach bezahnter Mundspalte. … letztern gehört die Seefledermaus (Mal… tilio, Fig. 15) der indischen Meere.

Die letzte Familie dieser Unterordnung … den Labyrinthfischen (Labyrinthida) … äußere Körperform dieser Fische wechselt … bald nähert sie sich derjenigen der Lip… selbst der Schuppenflosser, während and… cephalus) sich in langgestreckter Aalgestalt … findet sich stets nur eine Rückenflosse, de… Theil gewöhnlich stachelig ist, und schwach… Bauchflossen, die senkrecht unter den Brust… Alle sind beschuppt, doch haben die (… starken Stacheln in Rücken- und Afterflo… gebildete Kammschuppen, während die … Gattung bei weichen biegsamen, wenn au… ten Strahlen der senkrechten Flossen … ausgebildete Cycloidschuppen besitzt. De… Charakter dieser Fische liegt in den oberen … knochen, welche zu gewundenen Blättern … sind, die in einer bedeutenden Höhle an … basis und zur Seite derselben entfaltet … ein Reservoir mit vielen Zellen bilden, … diese Fische das zur Anfeuchtung ihrer Kie… Wasser aufbewahren können. Alle Fisch… milie leben nur in den süßen Gewäss… Gegenden und verlassen oft lange Zeit … um auf dem festen Lande herumzukriechen. … abgebildete, aus Indien stammende (Kl… Anabas scandens, Taf. 23, Fig. 7) Art soll … der Stacheln ihrer untern Flossen und nam… Kiemendeckels in den Ritzen von Baumr… die Höhe klettern können. Die meisten … schmackhaftes, gesundes und sehr geschä… und einige Arten zeichnen sich auch noch … daß ein Strahl ihrer Bauchflossen zu einem … langen Faden ausgezogen ist.

Wir erwähnen nur die Familien der Dor… phaenida), der Pfeilhechte (Sphyraenida) … rücken (Notacanthida), der Bandfische …

Ordnung der Haftkiefer (Plec…

Der Oberkieferapparat mit … verwachsen; kammförmige Kiemen.

Die kurzen, entweder fast kugelförmige …

ein einziger Gaumenzahn oder einige wenige zähne sind vorhanden. Die äußern Augen ,änzlich; dagegen finden sich innere Rudimente, weder nur von der äußern Haut oder selbst uskeln und Haut bedeckt sind und deren Or- von noch nicht genauer bekannt ist. Die Athem- gen ziemlich weit nach hinten und öffnen sich bei en Gattung (Schleimfisch, Myxine glutinosa, 4, Fig. 24) mittels zwei Seitenkanälen in ein schaftliches Mittelloch, bei der andern (Bdello- in Reihen von Löchern zu beiden Seiten. Die n Arten, welche bekannt sind, leben wie es parasitisch in andern Fischen, in welche sie sich ren.

Klasse der Rohrherzen (Leptocardia).

(Tafel 24.)

ederste Wirbelthiere ohne Hirn, ohne , mit farblosem Blute und von einem des Körpers zum andern durchgehender elsaite.

sandigen Küstenstellen der Nordsee, Italiens elbst Südamerikas hat man ein kleines Fischchen, anzettfischchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. ig. 25), von höchstens 2 Zoll Länge entdeckt, welches dem ersten Beobachter für eine Schnecke gehalten, t aber als das niedrigst stehende Wirbelthier er- wurde. Das Fischchen ist äußerst durchsichtig, anggestreckter, schmaler Gestalt, nach beiden Enden fast gleichmäßig zugespitzt; unter dem vordern des Körpers befindet sich der eiförmige Mund, von einem eigenthümlichen Reife knorpeliger Spitzen eben ist, welche sich zusammenbiegen und so die nung verschließen können. Die Mundhöhle, die ihrer Innenfläche lebhafte Flimmerbewegung zeigt, he eine Art von Räderorgan bildet und Infusorien beständigem Wirbel in den Mund einführt, öffnet unmittelbar in den weiten Kiemenschlauch, der ahe die Hälfte des ganzen Thiers einnimmt, und einer Menge schief von oben nach unten laufender alleler Knorpelstäbe gebildet ist, die durch feine ersparren miteinander verbunden sind. An dem tern Ende führt dieser Kiemenschlauch durch eine stehende ringförmige Falte unmittelbar in den An- g des Darmkanals über. Zwischen den Knorpel- ren befinden sich ebenso viele Spalten, durch welche s Wasser in die allgemeine Körperhöhle überfließt d dann durch eine mittlere unpaare Oeffnung orus abdominalis) entleert wird, die sich an der tterfläche des Bauchs etwa in der Länge des niers befindet. Die Bewegung des Wassers wird rch eine flimmernde Schleimhaut bedingt, welche r die Knorpelstäbe, nicht aber die Zwischenspalten berzieht, und die sich unmittelbar über die ganze änge des Darmkanals fortsetzt und in diesem die ortbewegung der Verdauungsstoffe vermittelt. Dieser tztere beginnt, wie schon bemerkt, unmittelbar hinter em Kiemenschlauche mit einer engern Stelle, erweitert ich dann plötzlich und sendet einen weiten Blinddarm nach vorn aus, der an der rechten Seite des Kiemen- schlauchs zwischen diesem und der Leibeswandung liegt, in seiner Wandung mit grünen Drüsenkörnern besetzt ist und offenbar der Leber entspricht. Kurz nach Abgabe dieses Leberblinddarms verengert sich der Darm bedeutend und läuft als kaum gebogene Röhre bis zum After, der sich am letzten Viertheile des Thiers etwas auf der linken Seite befindet. Das ganze hintere Ende des Thiers ist von einer zarten, embryonalen Flosse umgeben, welche an dem Schwanze selbst lanzettartig verbreitert ist und als schmaler Hautsaum sich einestheils bis zum After, anderntheils über die größte Länge des Rückens erstreckt. Das innere Skelet besteht nur aus einer Chorda, welche sich durch die ganze Länge des Thiers von der Schnauzenspitze bis zum Schwanzende erstreckt und an beiden Orten abgerundet endigt. Unmittelbar auf dieser Chorda liegt das Rückenmark, welches merkwürdigerweise die daraus entspringenden Nervenpaare seitlich alternirend entsendet und etwas hinter dem vordern Ende der Chorda abgerundet aufhört. Auf diesem Ende sitzt ein Pigmenthaufen auf, der ein Auge vorstellt, aber keins ist. Rechterseits, also unsymmetrisch, findet sich eine becherförmige, mit langen Flimmerhaaren ausgefüllte Grube, vielleicht die erste Anlage der Nasengrube. Keine Spur von Gehörorganen. Die Geschlechtstheile bestehen aus traubigen Zellenhaufen, die vor dem porus abdominalis an der innern Seite der Leibeswand liegen; Eier und Samen gelangen durch Platzen in die Bauchhöhle und werden durch den Porus nach außen geschafft. Das durchsichtige, farblose Blut wird durch wellenförmige Zusammenziehungen der größern Gefäßstämme im Körper umgetrieben, und zwar findet sich unter dem Kiemenkorbe in der Mittellinie ein Längsgefäß, welches das Blut nach vorn und in die Kiemenbogen treibt, aus denen es sich in einer Aorta sammelt, die längs der Chorda nach hinten läuft, Zweige an den Körper und die Eingeweide gibt, die sich in einer Längsvene vereinigen, welche am Darm nach vorn läuft und unmittelbar in das Kiemengefäß sich fortsetzt.

Beobachtungen über die Entwickelungsgeschichte dieses Thierchens haben nachgewiesen, daß sich der Dotter in seiner ganzen Masse furcht und der Körper des Embryo sich in einer den Wirbelthieren entsprechenden Weise aufbaut. Zugleich aber haben diese Untersuchungen auch gezeigt, daß in dieser Entwickelung viele Aehnlichkeit mit derjenigen der einfachen Seescheiden (Ascidien) obwalte und demnach hier ein Zusammenhang zwischen Wirbelthieren einerseits und diesen Wirbellosen andererseits obwalte. Wir können auf diese Verhältnisse, die jetzt durch Kowalewski, Kupffer u. a. genauer dargelegt sind, nicht näher eingehen; es genügt, darauf aufmerksam gemacht zu haben.

Kreis der Gliederthiere.

(Arthropoda.)

Symmetrisch gebaute Thiere mit äußerm, durch Ablagerung von Chitin verhärtetem Hautskelet, das in hohle Ringe getheilt ist, welche meist noch zu besondern Körperabtheilungen sich ausbilden und dann häufig verschmelzen. Ursprünglich drei Paar bauchständiger Extremitäten, die fast immer im Laufe der Entwickelung vermehrt werden und mannichfachen Umbildungen unterworfen sind. Die bewegenden Kräfte (Muskeln) sind im Innern der hohlen, aus der verhärteten Haut gebildeten Hebel angebracht. Niemals Flimmerepithelien. Darm meist an beiden Enden offen. Niemals geschlossenes Blutgefäßsystem. Athemorgane sehr verschieden gestaltet. Centralnervensystem aus einem über dem Schlunde gelegenen Thei

(Hirn) und einem auf der Bauchseite gelegenen Theile (Bauchganglienkette) zusammengesetzt. Dotter rückenständig.

Für sich allein umfaßt dieser Kreis eine bei weitem größere Anzahl von Thieren als das ganze übrige Reich zusammengenommen, sowol wenn man die Zahl der Individuen, als auch die Mannichfaltigkeit der in Gattungen und Arten repräsentirten Formen in das Auge faßt. Deshalb sind es die Thiere dieses Kreises auch hauptsächlich, welche trotz der verhältnißmäßigen Kleinheit ihres Körpers — denn nur wenige Gliederthiere können sich hierin mit den Wirbelthieren messen — den einzelnen Strichen und Zonen der Erde eine bestimmte Physiognomie aufdrücken, indem sie ebenso wol die Luft als das Wasser mit ihren unzähligen Schwärmen erfüllen, als auch durch ihr massenhaftes Auftreten und den Schaden, den viele von ihnen stiften, selbst weniger aufmerksamen Beobachtern in die Augen fallen.

So mannichfaltig auch die äußern Formen der Krebse, Spinnen, Tausendfüßler und Insekten sein mögen, welche diesen Kreis bilden, so läßt sich doch auf der andern Seite nicht leugnen, daß die Organisation der genannten einzelnen Glieder des Kreises viele und höchst wesentliche Berührungspunkte miteinander gemein hat, welche wahrscheinlich dem Umstande zu verdanken sind, daß allen eine gemeinsame Ausgangsform zu Grunde liegt, die sich in den niedern Krebsthieren als Larvenform erhalten hat und unter dem Namen Nauplius bekannt ist. Die charakteristischen Kennzeichen dieser Larvenform sind ein rundlicher Körper mit bauchständigem Mund, geradem Darm und endständigem After, ein einfaches Stirnauge und drei Extremitätenpaare, die theils vor, theils neben dem Munde stehen. Diese Grundform ist zwar fast bei allen größern Abtheilungen der Krebsthiere nachgewiesen, bei den luftathmenden Gliederthieren aber noch nicht thatsächlich erkannt. Es läßt sich indessen aus einzelnen Thatsachen schließen, daß sie bei diesen nur angedeutet und schnell von den weitern Entwickelungsstadien überholt wird.

Die Symmetrie im Körperbau ist meistens vollständig, und ein senkrecht durch die Mittellinie geführter Schnitt trennt das Thier in zwei durchaus gleiche Hälften. Ausnahmen von dieser symmetrischen Anordnung kommen nur selten vor, im äußern Bau durch ungleiche Entwickelung seitlicher Anhänge, z. B. der Scheren, oder auch im ganzen Körper bei einigen Schmarotzerkrebsen. Hinsichtlich der innern Organe ist es meist nur der Darm mit seinen Anhängen, der durch Verlängerung gezwungen wird, Windungen zu machen und dadurch unsymmetrisch zu werden.

Zu dieser Symmetrie gesellt sich, wie bei den Wirbelthieren, eine quere Theilung des Körpers in Ringe, Zoniten oder Metameren, die nur bei einigen, meist schmarotzenden Typen gänzlich aufgehoben oder niemals entwickelt ist. Selten findet auch, wie bei den Tausendfüßen, eine vielfache Wiederholung gleichgebauter Ringe statt; gewöhnlich wird die Ringelung eine ungleichartige, sodaß verschiedene Regionen des Körpers, Kopf, Brust und Bauch sich unterscheiden lassen. Jede dieser Körperabtheilungen besteht aus einer gewissen Anzahl von Ringeln, die bald mehr, bald minder miteinander verschmolzen sind. Bei den höhern Formen ist die Trennung dieser drei Körperabtheilungen vollständig durchgeführt, und jede derselben hat eine eigenthümliche Beziehung zu der Gesammtorganisation, indem der Kopf die Sinnesorgane, das Gehirn und die Mundtheile, der Rumpf oder Thorax die Bewegungsorgane, der Hinterleib die Hauptorgane des vegetativen Lebens und die Fo
pflanzungswerkzeuge trägt. Bei den niedern Form
ist bald die eine, bald die andere dieser Körperabth
lungen verkümmert oder mit den andern zu e
Masse verschmolzen. So findet man bei den ent
lichen Spinnen und Krebsen Kopf und Brust zu e
einzigen Theile, der Kopfbrust (Cephalothorax,
schmolzen, während bei manchen Krustenthieren
der Kopf getrennt, Brust und Hinterleib aber m
ander vereinigt, und bei den Milben sogar all
Abtheilungen in eine einzige rundliche Leibesmas
sammengeflossen sind.

Diese Verschmelzungen betreffen indessen nicht n
dieselben Ringe, sodaß ihre Trennungslinien nic
sammenfallen. Die Kopfbrust (Cephalothorax
meisten Krebse entspricht z. B. durchaus nicht
Kopfbrust der Spinnen oder dem Kopfe und T
der Insekten, sondern schließt noch einen Theil
Bauchs derselben ein, sodaß der abgeschiedene
der im gewöhnlichen Leben der Schwanz ge
wird, eigentlich ein Hinterleib (Postabdomen, m
auch mit diesem Namen bezeichnet wird.

Die Haut besteht überall ursprünglich aus E
einer festen, unlöslichen, der Holzfaser ähnlichen
stanz, die von einer zelligen Hautlage (Matrix) sch
weise abgelagert wird, von Porenkanälen durch
und mannichfache, sehr verschieden gestaltete An
wie Schuppen, Haare, Borsten, Stacheln u. s. w.
In dieser Substanz lagern sich häufig Farbstoff
ebenso mineralische Stoffe, besonders kohlen
Kalk. Viele Farben der Gliederthiere werden in
durch specifischen Bau der Haut selbst (lichtbre
Kieselung, Plättchen, die Interferenzfarben u. s.
zeugen) hervorgebracht. Dünne Ausbreitungen
Chitinhaut sind biegsam und finden sich nam
zwischen den Ringen und an den Gelenken der
der. Mit dieser Structur der Haut, die sich auch
die Auskleidung der innern, mit der Außenfläch
municirenden Höhlungen, z. B. des Darms,
setzt, scheint es auch zusammenzuhängen, da
Flimmerbewegung, welche auf der Existenz von
auskleidungen mit wimpernden Cilien besetzt
überall im ganzen Bereiche des Gliederthierkrei
allen Zeiten fehlt, während sie bei allen übrigen
sen des Thierreichs bald während des ganzen Le
bald auch zu bestimmten Zeiten auftritt, sodaß
Fehlen der Flimmerepithelien charakteristisch für
Kreis der Gliederthiere ist.

Ein wesentlicher Unterschied der Gliederthiere
den Wirbelthieren besteht in der Bildung der
wegungsorgane und in der Art und Weise,
die bewegenden Muskeln sich zu den festern The
zum starren Gerüste des Körpers und der Glieder
halten. Bei allen Gliederthieren ist die äußere
verhältnißmäßig weit härter und fester als die übr
Theile des Körpers, und bildet so für den Kö
sowol wie für die Bewegungsorgane eine Folge h
Ringe, welche bei größerer Ausdehnung förm
Röhren darstellen, in denen die Organe eingesch
sind. Die bewegenden Muskeln setzen sich auf
Innenseite dieser Röhren an, sind also im Innern
Hebel eingeschlossen, deren Bewegung sie bew
sollen. Die Glieder selbst bestehen aus einz
starren Stücken, welche durch Gelenke miteinander
bunden sind und nur durch diese Gelenke die ih
zukommende Biegsamkeit besitzen. Durch diese ei
thümliche Anordnung der Bewegungsorgane, die
z. B. an dem ersten besten Beine eines Käfers o
einer Fliege bestätigen kann (noch geeigneter erich
vielleicht die Schere eines Krebses), unterscheiden

Glieder.hiere wesentlich von den Wirbelthieren, welchen zwar eingelenkte, starre Hebel für die Bewegungen vorkommen, die Muskeln aber auf der äußern Fläche dieses zu bewegenden Hebels angebracht sind, während sie bei den Gliederthieren auf der innern Seite der Hebel liegen. Nicht minder unterscheiden sich die Gliederthiere von den später zu behandelnden Thieren, die entweder gar kein starres Hautskelet und keine Bewegungshebel besitzen, oder, wenn dergleichen feste Theile in Form von Borsten, Stacheln u. s. w. vorhanden sind, niemals eingelenkte Glieder und durch Gelenke verbundene Hebel zeigen. Die Gelenke, welche die verschiedenen Theile der Glieder miteinander und mit der Bedeckung des Körpers einigen, sind häufig außerordentlich complicirt und weit mannichfaltiger in ihren Formen, als bei den Wirbelthieren, schon wegen der Form des Hohlcylinders, den die einzelnen Stücke der Glieder besitzen. Indessen lassen sich diese vielfachen Gelenkformen doch meist auf zwei Typen, denjenigen des Nußgelenks und denjenigen des Charniergelenks reduciren. Auch die Art der Bewegungsorgane ist zwar erst mannichfaltig, doch lassen sich dieselben darauf zurückführen, daß sie stets paarige Anhänge darstellen, welche in den meisten Fällen an der Bauchfläche und nur bei den höhern Klassen (Flügel der Insekten) an der Rückenfläche angebracht sind. In der Zahl und Anordnung sowie in der Function dieser Anhänge findet sich eine so große Mannichfaltigkeit statt, daß ihr gegenseitiges Verhältniß zwischen den größern Gruppen noch keineswegs nicht vollständig erkannt ist. Es läßt sich derselbe um so schwerer bestimmen, als selbst während der Entwickelung die Form, Lage, Zahl und Function häufig ändert und dasselbe Gliedmaßenpaar auch bei verschiedenen Geschlechtern sehr verschieden entwickelt sein kann. Bei höchst entwickelter Gliederung lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

1) Die erste Gruppe besteht aus einem oder zwei Paar Fühlern (antennae), einem vordern und einem hintern, die meist so nebeneinanderstehen, daß die vordern als innere Fühler, die hintern als äußere bezeichnet werden. Bei einigen Klassen ist nur ein Paar Fühler entwickelt, bei andern fehlen sie scheinbar und sind zu Greif- oder Beißorgane umgewandelt. Sie stehen stets vor, meist über dem Munde auf der Stirnfläche und sind gewöhnlich aus einem mehrgliederigen Stiele oder Schafte und einer Geisel gebildet, die höchst mannichfache Formen annehmen.

2) Die Gruppe der ausgebildeten **Kauwerkzeuge** besteht ursprünglich aus drei seitlichen Kieferpaaren. Hinzukommen denn gewöhnlich eine **Oberlippe** (Labrum), ein Paar **Oberkiefer, Kiefer** (mandibulae), ein zweites, weit zusammengesetzteres Paar, die **Unterkiefer, Kinnladen** oder Laden (maxillae) und eine ebenfalls sehr zusammengesetzte **Unterlippe** (Labium) am Eingange der Mundhöhle vor. Während die Oberkiefer meist nur aus einem einzigen mächtigen, harten Hornstücke bestehen, zeigen Kinnladen und Unterlippenhälften eine analoge Zusammensetzung, indem jeder dieser Theile aus einem Schaft oder Körper, einem innern, meist zum Kauen oder Decken bestimmten Theile, der Lade, und einem äußern gegliederten Anhange besteht, dem **Taster** oder der Geisel (palpus), welcher wesentlich zum Betasten der Nahrungsmittel dient und durch seine vielfachen Formänderungen genaue Charaktere zur Unterscheidung bietet.

3) An diese Gruppe der eigentlichen Kauwerkzeuge schließt sich besonders bei denjenigen Gliederthieren, deren Brusttheil ganz oder theilweise mit dem Kopfe verwachsen ist, eine Gruppe von Anhängen an, die man mit dem Namen der **Kaufüße** oder **Kieferfüße** belegt, und die sich bis zur Zahl von drei Paaren vermehren können. Es zeigen diese Theile in ihrer Bildung die merkwürdigsten Uebergänge von wahren Bewegungs- oder Greiforganen, kurz von wirklichen Füßen zu förmlichen Kauwerkzeugen, und liefern dadurch den Beweis, daß die eigentlichen Kauwerkzeuge ihrer Anlage nach dem Typus der Füße angehören und eigentlich nur die Füße der Kopfringel sind, welche zu besondern Zwecken sich umgestaltet haben.

4) Hierauf folgt erst die Gruppe der eigentlichen **Beine** oder Füße (pedes), der wesentlichsten Bewegungsorgane auf der Erde, wie im Wasser, deren Zahl wenigstens drei Paare beträgt, aber außerordentlich vermehrt werden kann. Die wohlausgebildeten Füße bestehen immer aus einem meist kugeligen oder cylindrischen **Hüftgelenke** (coxa), an das gewöhnlich ein unbewegliches Stück, der **Schenkel-** oder **Hüftknorren** (trochanter), angewachsen ist, aus einem **Schenkel** (femur), einer **Schiene** (tibia) und einem Endtheile, dem **Fuße** (tarsus), der meist aus mehrern Gliedern besteht. Die Modificationen der Form, wodurch die Beine oft ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdet und zu Tastorganen, Greifwerkzeugen u. s. w. umgestaltet werden, sind ebenso mannichfaltig als diejenigen, welche sie innerhalb ihres ursprünglichen Bestimmungskreises erleiden, wo sie je nach der Art der Bewegung zu Schreit-, Lauf-, Spring-, Grab-, Schwimmbeinen u. s. w. sich gestalten.

5) Eine letzte Gruppe gegliederter Anhänge, welche hinter den Beinen an den Ringeln des Hinterleibes befestigt sind, findet sich nur bei den Krustenthieren und ist dort unter dem Namen der falschen Füße, **Bauchfüße** oder **Afterfüße** (pedes spurii), bekannt. Meist sind es blattförmige Organe, bald zum Schwimmen oder Strudeln bestimmt, in andern Fällen zu Athemorganen (Kiemenblättern) umgewandelt, oder zum Tragen der Eier, zu Deckplatten u. s. w. entwickelt; selten nur bilden sie sich zu wirksamen Bewegungsorganen heran. Den Insekten und Arachniden fehlen diese Anhänge des Hinterleibes durchaus, und bei den Tausendfüßlern dürfte es noch zweifelhaft sein, ob die vielfältige Wiederholung der gleichförmigen Ringe, welche bei ihnen Beine tragen, eher der Brust oder dem Hinterleibe angehört.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß nur die drei ersten Gliedmaßenpaare, also die Fühler und die Oberkiefer, aus den drei ursprünglichen Gliedmaßen des Nauplius hervorgehen, alle andern aber nachträglich erworben sind. Diese drei ersten Paare können aber ebenfalls in Function und Form sehr abändern, sodaß z. B. das erste Fühlerpaar sich zu giftigen Mundorganen umwandelt (Kieferfühler der Arachniden), das zweite Oberlippe wird (bei den Insekten) oder Greiforgan (Brachiopoden) u. s. w.

Von den rückenständigen Gliedmaßen (Flügel der ausgebildeten Insekten, Rückenkiemen mancher Larven) wird bei diesen die Rede sein.

In dem **Nervensystem** finden wir eine von dem Bau der Wirbelthiere sehr verschiedene charakteristische Anordnung, die auf dem Typus fußt, welchen wir bei den höhern Ringelwürmern ausgebildet finden werden. Ein knotiger Strang, dessen meist doppelte Verbindungsfäden oft seitlich auseinanderweichen, zieht sich in der Mittellinie des Körpers an der Bauchfläche fort und entsendet aus seinen einzelnen Knoten die Nerven der verschiedenen Organe. Je länger gestreckt der Körper erscheint, je gleichartiger die verschiedenen Ringel sind, in desto gleichmäßigern Abständen folgen sich die Knoten dieses Bauchnervenmarks, während

(Hirn) und einem auf der Bauchseite gelegenen Theile (Bauchganglienkette) zusammengesetzt. Dotter rückenständig.

Für sich allein umfaßt dieser Kreis eine bei weitem größere Anzahl von Thieren als das ganze übrige Reich zusammengenommen, sowol wenn man die Zahl der Individuen, als auch die Mannichfaltigkeit der in Gattungen und Arten repräsentirten Formen in das Auge faßt. Deshalb sind es die Thiere dieses Kreises auch hauptsächlich, welche trotz der verhältnißmäßigen Kleinheit ihres Körpers — denn nur wenige Gliederthiere können sich hierin mit den Wirbelthieren messen — den einzelnen Strichen und Zonen der Erde eine bestimmte Physiognomie aufdrücken, indem sie ebenso wol die Luft als das Wasser mit ihren unzähligen Schwärmen erfüllen, als auch durch ihr massenhaftes Auftreten und den Schaden, den viele von ihnen stiften, selbst weniger aufmerksamen Beobachtern in die Augen fallen.

So mannichfaltig auch die äußern Formen der Krebse, Spinnen, Tausendfüßler und Insekten sein mögen, welche diesen Kreis bilden, so läßt sich doch auf der andern Seite nicht leugnen, daß die Organisation der genannten einzelnen Glieder des Kreises viele und höchst wesentliche Berührungspunkte miteinander gemein hat, welche wahrscheinlich dem Umstande zu verdanken sind, daß allen eine gemeinsame Ausgangsform zu Grunde liegt, die sich in den niedern Krebsthieren als Larvenform erhalten hat und unter dem Namen Nauplius bekannt ist. Die charakteristischen Kennzeichen dieser Larvenform sind ein rundlicher Körper mit bauchständigem Mund, geradem Darm und endständigem After, ein einfaches Stirnauge und drei Extremitätenpaare, die theils vor, theils neben dem Munde stehen. Diese Grundform ist zwar fast bei allen größern Abtheilungen der Krebsthiere nachgewiesen, bei den luftathmenden Gliederthieren aber noch nicht thatsächlich erkannt. Es läßt sich indessen aus einzelnen Thatsachen schließen, daß sie bei diesen nur angedeutet und schnell von den weitern Entwickelungsstadien überholt wird.

Die Symmetrie im Körperbau ist meistens vollständig, und ein senkrecht durch die Mittellinie geführter Schnitt trennt das Thier in zwei durchaus gleiche Hälften. Ausnahmen von dieser symmetrischen Anordnung kommen nur selten vor, im äußern Bau durch ungleiche Entwickelung seitlicher Anhänge, z. B. der Scheren, oder auch im ganzen Körper bei einigen Schmarotzerkrebsen. Hinsichtlich der innern Organe ist es meist nur der Darm mit seinen Anhängen, der durch Verlängerung gezwungen wird, Windungen zu machen und dadurch unsymmetrisch zu werden.

Zu dieser Symmetrie gesellt sich, wie bei den Wirbelthieren, eine quere Theilung des Körpers in Ringe, Zoniten oder Metameren, die nur bei einigen, meist schmarotzenden Typen gänzlich aufgehoben oder niemals entwickelt ist. Selten findet auch, wie bei den Tausendfüßen, eine vielfache Wiederholung gleichgebauter Ringe statt; gewöhnlich wird die Ringelung eine ungleichartige, sodaß verschiedene Regionen des Körpers, Kopf, Brust und Bauch sich unterscheiden lassen. Jede dieser Körperabtheilungen besteht aus einer gewissen Anzahl von Ringeln, die bald mehr, bald minder miteinander verschmolzen sind. Bei den höhern Formen ist die Trennung dieser drei Körperabtheilungen vollständig durchgeführt, und jede derselben hat eine eigenthümliche Beziehung zu der Gesammtorganisation, indem der Kopf die Sinnesorgane, das Gehirn und die Mundtheile, der Rumpf oder Thorax die Bewegungsorgane, der Hinterleib die Hauptorgane des vegetativen Lebens und die Fortpflanzungswerkzeuge trägt. Bei den niedern Formen ist bald die eine, bald die andere dieser Körperabtheilungen verkümmert oder mit den andern zu einer Masse verschmolzen. So findet man bei den niedern Krebsen und Spinnen Kopf und Brust zu einem einzigen Theile, der Kopfbrust (Cephalothorax), verschmolzen, während bei manchen Krustenthieren der Kopf getrennt, Brust und Hinterleib aber wieder vereinigt, und bei den Milben sogar alle drei Abtheilungen in eine einzige rundliche Leibesmasse zusammengeflossen sind.

Diese Verschmelzungen betreffen indessen nicht immer dieselben Ringe, sodaß ihre Trennungslinien nicht zusammenfallen. Die Kopfbrust (Cephalothorax) der meisten Krebse entspricht z. B. durchaus nicht der Kopfbrust der Spinnen oder dem Kopfe und Thorax der Insekten, sondern schließt noch einen Theil des Bauchs derselben ein, sodaß der abgeschiedene Theil der im gewöhnlichen Leben der Schwanz genannt wird, eigentlich ein Hinterleib (Postabdomen) ist und auch mit diesem Namen bezeichnet wird.

Die Haut besteht überall ursprünglich aus einer festen, unlöslichen, der Holzfaser ähnlichen Substanz, die von einer zelligen Hautlage (Matrix) schichtweise abgelagert wird, von Porenkanälen durchsetzt und mannichfache, sehr verschieden gestaltete Anhänge wie Schuppen, Haare, Borsten, Stacheln u. s. w. trägt. In dieser Substanz lagern sich häufig Farbstoffe, ebenso mineralische Stoffe, besonders kohlensaurer Kalk. Viele Farben der Gliederthiere werden nicht durch specifischen Bau der Haut selbst (lichtbrechende Kieselung, Plättchen, die Interferenzfarben u. s. w. erzeugen) hervorgebracht. Dünne Ausbreitungen der Chitinhaut sind biegsam und finden sich namentlich zwischen den Ringen und an den Gelenken der Glieder. Mit dieser Structur der Haut, die sich auch in die Auskleidung der innern, mit der Außenfläche communicirenden Höhlungen, z. B. des Darms, fortsetzt, scheint es auch zusammenzuhängen, daß die Flimmerbewegung, welche auf der Existenz von Flimmerauskleidungen mit wimpernden Cilien beruht, fast überall im ganzen Bereiche des Gliederthierkreises zu allen Zeiten fehlt, während sie bei allen übrigen Thierkreisen des Thierreichs bald während des ganzen Lebens bald auch zu bestimmten Zeiten auftritt, sodaß also das Fehlen der Flimmerepithelien charakteristisch für den Kreis der Gliederthiere ist.

Ein wesentlicher Unterschied der Gliederthiere von den Wirbelthieren besteht in der Bildung der Bewegungsorgane und in der Art und Weise, wie die bewegenden Muskeln sich zu den festern Theilen, zum starren Gerüste des Körpers und der Glieder verhalten. Bei allen Gliederthieren ist die äußere Haut verhältnißmäßig weit härter und fester als die übrigen Theile des Körpers, und bildet so für den Körper sowol wie für die Bewegungsorgane eine Folge von Ringe, welche bei größerer Ausdehnung steife Röhren darstellen, in denen die Organe eingeschlossen sind. Die bewegenden Muskeln setzen sich an der Innenseite dieser Röhren an, sind also im Innern als Hebel eingeschlossen, deren Bewegung sie bewirken sollen. Die Glieder selbst bestehen aus einzelnen starren Stücken, welche durch Gelenke miteinander verbunden sind und nur durch diese Gelenke die ihnen zukommende Biegsamkeit besitzen. Durch diese eigenthümliche Anordnung der Bewegungsorgane, die man z. B. an dem ersten besten Beine eines Käfers oder einer Fliege bestätigen kann (noch geeigneter erscheint vielleicht die Schere eines Krebses), unterscheiden

lieder hiere wesentlich von den Wirbelthieren, lchen zwar eingelenkte, starre Hebel für die Be- gen vorkommen, die Muskeln aber auf der Fläche dieses zu bewegenden Hebels angebracht während sie bei den Gliederthieren auf der innern der Hebel liegen. Nicht minder unterscheiden Gliederthiere von den später zu behandelnden , die entweder gar kein starres Hautskelet und Bewegungshebel besitzen, oder, wenn dergleichen Theile in Form von Borsten, Stacheln u. s. w. den sind, niemals eingelenkte Glieder und durch e verbundene Hebel zeigen. Die Gelenke, welche schiedenen Theile der Glieder miteinander und r Bedeckung des Körpers einigen, sind häufig rdentlich complicirt und weit mannichfaltiger in formen, als bei den Wirbelthieren, schon wegen rm des Hohlcylinders, den die einzelnen Stücke lieder besitzen. Indessen lassen sich diese viel- Gelenkformen doch meist auf zwei Typen, den- des Nußgelenks und denjenigen des Charniers en. Auch die Art der Bewegungsorgane ist mannichfaltig, doch lassen sich dieselben darauf ühren, daß sie stets paarige Anhänge darstellen, den meisten Fällen an der Bauchfläche und nur höhern Klassen (Flügel der Insekten) an der fläche angebracht sind. In der Zahl und An- g sowie in der Function dieser Anhänge findet große Mannichfaltigkeit statt, daß ihr gegen- Verhältniß zwischen den größern Gruppen noch us nicht vollständig erkannt ist. Es läßt sich e um so schwerer bestimmen, als selbst während twickelung die Form, Lage, Zahl und Function ändert und dasselbe Gliedmaßenpaar auch bei edenen Geschlechtern sehr verschieden entwickelt nn. Bei höchst entwickelter Gliederung lassen lgende Gruppen unterscheiden:

Die erste Gruppe besteht aus einem oder zwei Paar rn (antennae), einem vordern und einem hin- ie meist so nebeneinanderstehen, daß die vordern nere Fühler, die hintern als äußere bezeichnet . Bei einigen Klassen ist nur ein Paar Füh- twickelt, bei andern fehlen sie scheinbar und sind eif- oder Beißorgane umgewandelt. Sie stehen or, meist über dem Munde auf der Stirnfläche nd gewöhnlich aus einem mehrgliederigen Stiele Schafte und einer Geisel gebildet, die höchst chfache Formen annehmen.

Die Gruppe der ausgebildeten **Kauwerkzeuge** ursprünglich aus drei seitlichen Kieferpaaren. mmen denn gewöhnlich eine **Oberlippe** (Labrum), aar **Oberkiefer, Kiefer** (mandibulae), ein s, weit zusammengesetzteres Paar, die **Unter-** r, **Kinnladen** oder Laden (maxillae) und eine lls sehr zusammengesetzte **Unterlippe** (Labium) ingange der Mundhöhle vor. Während die iefer meist nur aus einem einzigen mächtigen, Hornstücke bestehen, zeigen Kinnladen und lippenhälften eine analoge Zusammensetzung, in- eder dieser Theile aus einem Schaft oder Kör- inem innern, meist zum Kauen oder Decken be- ten Theile, der Lade, und einem äußern geglie- Anhange besteht, dem **Taster** oder der Geisel us), welcher wesentlich zum Betasten der Nahrungs- dient und durch seine vielfachen Formänderun- genaue Charaktere zur Unterscheidung bietet.

An diese Gruppe der eigentlichen Kauwerkzeuge ßt sich besonders bei denjenigen Gliederthieren, Brusttheil ganz oder theilweise mit dem Kopfe achsen ist, eine Gruppe von Anhängen an, die mit dem Namen der **Kaufüße** oder **Kiefer-füße** belegt, und die sich bis zur Zahl von drei Paaren vermehren können. Es zeigen diese Theile in ihrer Bildung die merkwürdigsten Uebergänge von wahren Bewegungs- oder Greiforganen, kurz von wirklichen Füßen zu förmlichen Kauwerkzeugen, und liefern dadurch den Beweis, daß die eigentlichen Kauwerkzeuge ihrer Anlage nach dem Typus der Füße angehören und eigentlich nur die Füße der Kopfringel sind, welche zu besondern Zwecken sich umgestaltet haben.

4) Hierauf folgt erst die Gruppe der eigentlichen **Beine** oder Füße (pedes), der wesentlichsten Bewegungsorgane auf der Erde, wie im Wasser, deren Zahl wenigstens drei Paare beträgt, aber außerordentlich vermehrt werden kann. Die wohlausgebildeten Füße bestehen immer aus einem meist kugeligen oder cylindrischen **Hüftgelenke** (coxa), an das gewöhnlich ein unbewegliches Stück, der **Schenkel-** oder **Hüftknorren** (trochanter), angewachsen ist, aus einem **Schenkel** (femur), einer **Schiene** (tibia) und einem Endtheile, dem **Fuße** (tarsus), der meist aus mehrern Gliedern besteht. Die Modificationen der Form, wodurch die Beine oft ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdet und zu Tastorganen, Greifwerkzeugen u. s. w. umgestaltet werden, sind ebenso mannichfaltig als diejenigen, welche sie innerhalb ihres ursprünglichen Bestimmungskreises erleiden, wo sie je nach der Art der Bewegung zu Schreit-, Lauf-, Spring-, Grab-, Schwimmbeinen u. s. w. sich gestalten.

5) Eine letzte Gruppe gegliederter Anhänge, welche hinter den Beinen an den Ringeln des Hinterleibes befestigt sind, findet sich nur bei den Krustenthieren und ist dort unter dem Namen der falschen Füße, **Bauchfüße** oder **Afterfüße** (pedes spurii), bekannt. Meist sind es blattförmige Organe, bald zum Schwimmen oder Strudeln bestimmt, in andern Fällen zu Athemorganen (Kiemenblättern) umgewandelt, oder zum Tragen der Eier, zu Deckplatten u. s. w. entwickelt; selten nur bilden sie sich zu wirksamen Bewegungsorganen heran. Den Insekten und Arachniden fehlen diese Anhänge des Hinterleibes durchaus, und bei den Tausendfüßlern dürfte es noch zweifelhaft sein, ob die vielfältige Wiederholung der gleichförmigen Ringe, welche bei ihnen Beine tragen, eher der Brust oder dem Hinterleibe angehört.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß nur die drei ersten Gliedmaßenpaare, also die Fühler und die Oberkiefer, aus den drei ursprünglichen Gliedmaßen des Nauplius hervorgehen, alle andern aber nachträglich erworben sind. Diese drei ersten Paare können aber ebenfalls in Function und Form sehr abändern, sodaß z. B. das erste Fühlerpaar sich zu giftigen Mundorganen umwandelt (Kieferfühler der Arachniden), das zweite Oberlippe wird (bei den Insekten) oder Greiforgan (Brachiopoden) u. s. w.

Von den rückenständigen Gliedmaßen (Flügel der ausgebildeten Insekten, Rückenkiemen mancher Larven) wird bei diesen die Rede sein.

In dem **Nervensystem** finden wir eine von dem Bau der Wirbelthiere sehr verschiedene charakteristische Anordnung, die auf dem Typus fußt, welchen wir bei den höhern Ringelwürmern ausgebildet finden werden. Ein knotiger Strang, dessen meist doppelte Verbindungsfäden oft seitlich auseinanderweichen, zieht sich in der Mittellinie des Körpers an der Bauchfläche fort und entsendet aus seinen einzelnen Knoten die Nerven der verschiedenen Organe. Je länger gestreckt der Körper erscheint, je gleichartiger die verschiedenen Ringel sind, in desto gleichmäßigern Abständen folgen sich die Knoten dieses Bauchnervenmarks, während

beim Zusammenschmelzen der Ringel sowie der Körperabtheilungen auch die einzelnen Knoten miteinander in größere Massen verschmelzen. Das ganze Bauchmark nimmt seinen Ursprung von einem oder mehrern beträchtlichen Hirnknoten, welche in dem Kopfe über dem Schlunde liegen und zwei Verbindungsfäden nach unten schicken, die sich in den ersten Bauchknoten vereinigen. Es ist also ein förmlicher Schlundring vorhanden, der sich aber nach hinten in ein streng symmetrisches, in der Mittellinie des Körpers gelegenes Bauchmark fortsetzt. Wichtig erscheint die Lagerung dieses Bauchmarks unter allen Eingeweiden unmittelbar an der Innenfläche der äußern Bauchbedeckungen, die der Lage des Centralnervensystems bei den Wirbelthieren gerade entgegengesetzt ist.

Die Sinnesorgane sind meist sehr hoch entwickelt und nur bei festsitzenden oder schmarotzenden Arten verkümmert. Dem Tastsinne dienen meist besondere Anhänge, Fühler (Antennae), die mit glashellen Stäbchen, sogenannten Taststäbchen, ausgerüstet sind. Solche Taststäbchen, die übrigens nur unter dem Mikroskope sichtbar sind, finden sich zuweilen noch an andern Körperstellen. Hörorgane sind nicht überall nachgewiesen und haben einen ganz besondern, von dem der Wirbelthiere abweichenden Bau, kommen auch an andern Stellen als am Kopfe vor und sind stets nach außen geöffnet. Geruchs- und Geschmacksorgane sind nirgends mit Sicherheit nachgewiesen. Augen kommen fast überall vor. Sie bestehen ursprünglich aus einem Krystallstäbchen, das als empfindendes und lichtbrechendes Organ zugleich fungirt und eine directe Endigung eines Sehnervenfadens darstellt. Man unterscheidet: einfache Augen (Stemmata) bald mit, bald ohne Hornhaut, und zusammengesetzte Augen, welche aus vielen einzelnen Krystallstäbchen zusammengesetzt und meist mit einer vier- oder sechseckig facettirten Hornhaut überzogen sind, die zuweilen aber auch einfach, ohne Facetten, sich über das Auge wölbt. Die Zahl der einfachen Augen kann sehr wechseln, die der zusammengesetzten ist stets zwei.

Der Kreislauf ist stets unvollständig, wenn er überhaupt vorhanden ist. Das Herz liegt, wenn vorhanden, unter allen Umständen an der Rückenseite des Körpers unmittelbar unter der Haut, also entgegengesetzt der Lage, die bei den Wirbelthieren maßgebend ist, und zeigt in den meisten Fällen Spaltöffnungen, durch welche das Blut eintritt, um dann durch ein arterielles, mehr oder minder entwickeltes Gefäßsystem wieder ausgetrieben zu werden. Häufig existiren gar keine Gefäße, und das farblose Blut circulirt in den Zwischenräumen der Organe und Gewebe. Die Form des Herzens ist ursprünglich die eines rundlichen Schlauchs, paßt sich aber mehr oder minder der Körperform an, indem es meist sich in die Länge ausdehnt und mehrfache Kammern mit Zwischenklappen und Spaltenpaaren zeigt.

Die Athmung geschieht bei den niedern Formen durch die Körperoberfläche, sonst aber bei den im Wasser lebenden Gliederthieren durch Kiemen, bei den Luftathmern durch Luftröhren oder Tracheen, die bald nur einfache oder zusammengedrückte, in Bündeln vereinigte Röhren darstellen, bald sich durch den ganzen Körper verzweigen und die Organe umspinnen. Meist öffnen sich dieselben durch Luftlöcher (Stigmata) nach außen, bei vielen im Wasser lebenden Larven enden oder beginnen sie auf kiemenartigen Anhängen, sogenannten Tracheenkiemen. Charakteristisch sind besondere Strudelorgane, die durch Muskelzusammenziehung in Thätigkeit gesetzt werden, bei den meisten Kiemenathmern.

Der Darmkanal fehlt nur in seltenen Fällen (... Schmarotzern) durch Rückbildung und hat, wenn vorhanden, zwei Oeffnungen, einen bauchständigen, am Kopfe gelegenen Mund und einen endständigen After. Doch ist die Mundöffnung zuweilen bei solchen Thieren geschlossen, die keine Nahrung mehr zu sich nehmen (Männchen einiger Fliegen). Ebenso kann der hintere Theil des Darms mit dem After andere Funktionen annehmen und z. B. Spinnorgan (Ameisenlöwen) oder Athemorgan (Libellenlarven) werden. Die Mundorgane sind, wie aus der Darstellung der Extremitäten hervorgeht, umgewandelte Gliedmaßen, also immer paarig, und wirken beim Kauen gegeneinander, nicht, wie bei den Wirbelthieren, von unten nach oben. Die ursprünglich kauenden Mundorgane werden bei vielen in stechende, saugende u. s. w. Organe umgewandelt. Der Darm selbst zeigt die mannichfaltigsten Abtheilungen, weit mannichfaltiger als bei den Wirbelthieren. In seine mittlere Abtheilung münden die Lebergänge, in die hintere gewöhnlich die Geschlechtsorgane mit den Nieren. Alle diesigen Organe sind entweder aus einfachen Zellen oder aus mit Zellen ausgelegten Röhren gebildet.

Die Geschlechter sind in der Regel getrennt; nur scheinen die meisten Rankenfüßer (Cirrhipedien) hermaphroditisch, und jedenfalls sind es die Bärtierchen (Tardigrada). Nicht selten kommt Parthenogenesis vor, und zwar in verschiedener Art, indem entweder von gewissen Formen nur unbefruchtete Keime oder während gewisser Zeiten producirt werden, wie bei den Blattläusen und vielen niedern Crustaceen, oder es bei demselben Individuum gewisse Eier nicht, andere aber befruchtet werden, wo dann die Befruchtung bestimmend auf das Geschlecht des Jungen einwirkt. Auch kommt Pädogenese vor, indem Larven (z. B. Cecidomyia) Keime und Junge erzeugen. In manchen Fällen, bei geselligen Thieren, verkümmern die ursprünglich vorhandenen Geschlechtstheile, sodaß die Individuen unfähig zur Reproduction werden, sogenannte Neutra (Arbeiterinnen der Bienen und Ameisen). Geschlechtsunterschiede sind häufig außerordentlich groß. Bei den Weibchen verkümmern oft die Bewegungs- und Sinnesorgane auf Kosten der sich übermäßig entwickelnden Fortpflanzungsorgane. Die Männchen sind besonders bei den Schmarotzern, oft den jungen Weibchen ähnlich und in ihrem Wachsthume zurückgeblieben. Die Geschlechtstheile selbst sind in höchst verschiedener Weise entwickelt, fast immer paarig bis zum Schlusse. Die Befruchtung geschieht oft in indirecter Weise, durch Samenmaschinen (Spermatophoren), theils besonders umgewandelte Organe, z. B. die Taster der Spinnenmännchen. Die Befruchtung ist meist innerlich und die Begattungswerkzeuge oft in höchst complicirter Weise gebildet.

Die Zerklüftung des Dotters ist nur selten total, meist spaltet sich der Dotter in einen kleinen Bildungsdotter und großzelligen Nahrungsdotter, der in der Entwickelung seiner Zellen hinter dem ersten zurückbleibt.

Bei allen Gliederthieren zeigt sich vom ersten Beginne der Entwickelung im Ei an ein deutlicher Gegensatz zwischen der Keimanlage, aus welcher der Embryo hervorgeht, und dem Dotter; und zwar ist die gegenseitige Anlagerung dieser beiden Theile so beschaffen, daß der sich ausbildende Embryo mit dem Rücken dem Dotter zugewandt ist und die Bildung der Organe von der Bauchfläche aus gegen den Rücken hin fortschreitet. Der Körper des Embryo selbst schließt sich zuletzt in der Mittellinie des Rückens ab, während bei den Wirbelthieren gerade die ...

rte Lagerung stattfindet und der Embryo mit
r Bauchfläche dem Dotter zugewandt ist.
i den meisten Gliederthieren finden sich mehr oder
er entwickelte Larvenzustände, die sogar häufig
größern Theil des Lebens des Individuums aus-
en. Diese oft außerordentlich von der definitiven
a abweichenden Larvenzustände gehen in diese
) scharf abgeschnittene Perioden über, bei deren
itt die bisher den Körper umhüllende Chitinhaut
worfen wird nebst denjenigen Theilen, deren Exi-
nur provisorisch war, während die neuen Theile
: derselben schon vorgebildet waren. Aehnliche
ungen kommen auch bei fortschreitendem Wachs-
i der ausgebildeten Thiere vor. Unter den Larven-
nden selbst unterscheidet man namentlich als
penzustand diejenigen, wo die Larve, die einen
Neubildung genügenden Vorrath von Bildungsstoff
mmelt hat, keine Nahrung mehr sucht und auf-
nt und sich meistens vollkommen ruhig verhält.
ir nehmen folgende Klassen an:
ekten (Insecta), Luftathmer mit einem Fühler-
ar, drei Beinpaaren, rückenständigen Bewegungs-
iedern (Flügeln) und gliederlosem Hinterleibe.
ıfendfüße (Myriapoda), Luftathmer mit vielen
einpaaren, einem Fühlerpaar.
innenthiere (Arachnida), Luftathmer mit um-
wandelten Fühlern und anhangslosem Hinter-
ibe.
ıftenthiere (Crustacea), Kiemenathmer mit zwei
ühlerpaaren und Gliedmaßen am Hinterleibe.

Klasse der Insekten (Insecta).

(Tafel 25 bis 27.)

Sechsbeinige, luftathmende Gliederthiere mit deutlich in Kopf, Thorax und Hinterleib geschiedenem Körper, stets mit zwei Fühlern und beim vollkommenen Thiere mit anhangslosem Hinterleibe. Höchstens zwei rückenständige, auf dem Thorax eingelenkte Flügelpaare.

Der Bau des Körpers aus einzelnen Ringeln, s. 25, Fig. 31: Maikäfer, in seine Ringe zer-
a Kopf mit den Fühlern [i] und den vor-
enden Tastern (Palpen); b Vorderbrust [Prothorax] dem ersten Beinpaare; c Mittelbrust [Mesothorax] dem zweiten Beinpaare und den Flügeldecken h tra]; d Hinterbrust [Metathorax] mit den Hinter-eln e; f Hinterleib aus neun Ringen gebildet), her allen Gliederthieren gemeinsam ist, läßt sich) bei den Insekten stets nachweisen, obgleich nicht m Beispiele vorkommen, daß einzelne dieser Ringel oeder im ganzen oder nur in bestimmten Stücken einander verwachsen und verschmolzen sind. Ge-nlich lassen sich indeß drei Abtheilungen unter-iden, denen zufolge diese einzelnen Ringel gruppirt , Kopf, Brust und Hinterleib. Nur bei einigen ellosen Schmarotzern erscheinen Brust und Hinter-miteinander verschmolzen; bei vielen hängen die Körperabtheilungen in ihrer ganzen Breite zu-men; bei andern wieder ist die Verbindung nur ch dünne Stiele vermittelt, sodaß die drei Theile den ersten Blick in die Augen fallen. Der Kopf gt unter allen Umständen die Fühler und die ndwerkzeuge, meistens auch zusammengesetzte Augen) einfache Nebenaugen; an den drei Ringen der ıst setzen sich auf der untern Seite die drei Fuß-re, auf der obern die Flügel an; der Hinterleib gt stets die Ringelung am deutlichsten, trägt aber mals Füße, und nur höchst selten eigenthümliche essorische Bewegungsorgane, während sein hinteres Ende oft mit Apparaten ausgestattet ist, die zu dem Fortpflanzungsgeschäfte in der nächsten Beziehung stehen.

Die Fühler (antennae), welche meist vorn auf dem Kopfe, auf der Stirn oder mehr zu beiden Seiten eingelenkt sind, zeigen äußerst wechselnde Formen, die sich indeß wesentlich auf zwei Grundtypen reduciren lassen. Gewöhnlich haben sie die Gestalt einer einfachen Borste, einer Keule oder eines Kegels und erscheinen dann aus einzelnen Ringeln oder Gliedern zusammengesetzt, welche ziemlich gleiche Beschaffenheit und Structur zeigen. Untersucht man nämlich die Fühler unter einer hinreichend starken Vergrößerung, so sieht man die äußere Fläche dieser gleichartigen Fühler mit Ausnahme der Gelenkglieder überall mit feinen Gruben besäet, deren Grund mit einer dünnen, zarten Haut verschlossen ist, welche mit sehr zarten Flaumhaaren dicht besetzt erscheint. Bei den ungleichartigen Fühlern, wo stets ein besonderer Schaft oder Stiel existirt, sind diese eigenthümlichen Poren und Gruben nur auf den kammförmigen Zacken, Zähnen, Aesten und Fiederblättchen der Fühler angebracht, während der Stiel die gewöhnliche Beschaffenheit der übrigen äußern Körperhaut zeigt. Es ist zwar jedenfalls anzunehmen, daß dieser eigenthümliche Bau der Fühler zur Function derselben in der engsten Beziehung steht, welcher Art aber die Beziehung ist, hat bisjetzt noch nicht mit Sicherheit ermittelt werden können. Jedenfalls tasten die meisten Insekten sowol mit den Fühlern als auch mit den Palpen der Mundwerkzeuge; ob aber auch in den Fühlern der Sitz des oft in ausgezeichneter Weise entwickelten Geruchsinns zu suchen ist, darf jetzt noch billig bezweifelt werden. Die Form der Fühler, die Gestalt und Zahl ihrer einzelnen Glieder bieten werthvolle Unterscheidungszeichen für größere Gruppen, wie für Gattungen und Arten.

Der Kopf trägt vorn, oben oder an den Seiten die Augen, die nur sehr selten bei solchen Insekten rückgebildet sind, welche an dunkeln Orten, in Höhlen u. s. w. leben und gewöhnlich in zwei Formen sich darstellen: als zusammengesetzte Netzaugen (oculi) oder als einfache Punkt- oder Nebenaugen (stemmata). Oft kommen die Punktaugen allein vor, und dann sind sie meistens gehäuft und stehen in Gruppen an den Seiten des Kopfes auf eigenen Wülsten von verschiedener Gestalt und Größe. Sind die Nebenaugen zugleich mit den zusammengesetzten Augen vorhanden, so findet man meist nur zwei oder drei dieser Organe oben auf dem Scheitel, wo sie gewöhnlich dem Hirnknoten so nahe aufsitzen, daß ihr Sehnerv nur ein kurzes Wärzchen bildet. Es bestehen diese einfachen Augen stets aus einer becherförmigen, von wenigen Krystallstäbchen gebildeten Netzhaut, welche von einem dunkeln Farbstoffe umgeben und von einer meist halbkugelförmigen durchsichtigen Stelle der Haut (Hornhaut) überwölbt ist. Die zusammengesetzten Augen bilden meist hügelartige Hervorragungen auf beiden Seiten des Kopfes, die rundlich, nierenförmig, zuweilen auch sehr tief ausgeschnitten sind, manchmal so sehr anwachsen, daß sie auf dem Scheitel zusammenstoßen, zuweilen auf unbeweglichen Stielen sitzen und oft mehrere tausend Facetten zählen, die nicht immer gleich groß an demselben Auge sind und zwischen welchen oft Haare eingepflanzt sind. Hinter jeder Facette beginnt ein nach innen sich zuspitzender, oft seltsam zugeschnittener Krystallstab, der zugleich lichtbrechendes und empfindendes Element ist und nach innen in eine Faser des Sehnervs übergeht, die von einem Ganglien entspringt.

Jeder Krystallstab ist oft in seiner ganzen Länge, stets aber wenigstens am innern Theile von einer schwarzen oder farbigen Pigmentschicht überzogen. Welche specielle Beziehung zum Sehen die Punktaugen und zusammengesetzten Augen besitzen, wo beide gemeinschaftlich vorkommen, ist noch unbekannt.

Die Mundwerkzeuge, welche der Kopf stets an seiner untern oder vordern Fläche trägt, sind bei allen Insekten nach demselben Grundtypus angeordnet, wenn sie auch in Form, Beschaffenheit und relativer Ausbildung unzählige Modificationen erleiden und je nach der Nahrung der Insekten bald mehr zum Kauen, bald mehr zum Saugen eingerichtet sind. Die Erkenntniß dieses allgemeinen Plans in der Organisation so höchst verschiedener Theile bildet eine der schönsten Errungenschaften der neuern Wissenschaft. Da die einzelnen Theile bei den kauenden Insekten am meisten ausgebildet sind, so gehen wir zuerst auf diese ein, um ihnen die Analogien der saugenden Mundtheile, bei welchen einzelne dieser Werkzeuge mehr oder minder verkümmert sind, entgegenstellen zu können. Man findet bei einem (Taf. 25, Fig. 32: Mundtheile des Lederlaufkäfers, vergrößert und von oben gesehen. a Lippentaster, b Ladentaster, c Kinnladen, d Kinnbacken, e Oberlippe, f Unterlippe) Käfer oder einem Geradflügler, indem man von oben nach unten geht, zuerst einen unpaaren Deckel, die Oberlippe oder Lefze (labrum), dann zwei seitliche, meist hakenförmige Hornstücke, die Kiefer, Oberkiefer oder Kinnbacken (mandibulae), unter diesen zwei andere seitliche Stücke, die Kinnladen oder Unterkiefer (maxillae), und endlich als untern Schluß ein wie die Oberlippe von oben nach unten bewegliches Stück, die Unterlippe oder Lippe (labium), die man als ein in der Mitte verwachsenes drittes seitliches Kieferpaar betrachten muß, da sie, wie z. B. bei den Geradflüglern, zuweilen in zwei seitliche Hälften getrennt ist. Kinnladen und Unterlippe tragen gewöhnlich seitliche gegliederte Anhänge, die Ladentaster (palpi maxillares) und die Lippentaster (palpi labiales). Die normalen Mundwerkzeuge bestehen also aus zwei meist unpaaren Lippen, zwei Paar Kiefern und zwei Paar Tastern.

Die Oberlippe besteht meistens aus einem unter allen Umständen unpaarigen, mehr oder minder großen Vorsprunge, der wie eine Klappe an der Unterfläche des Kopfes beweglich ist und gewöhnlich die Kiefer deckt oder wenigstens auf ihrem Ursprunge aufliegt. Zuweilen ist die Oberlippe unbeweglich mit dem hornigen Skelet des Kopfes verwachsen, und bei manchen saugenden Insekten sucht man vergebens nach einer Spur von ihr.

Die Kiefer sind bei den kauenden Insekten stets aus zwei hohlen Hornstücken gebildet, die zu beiden Seiten durch ein Charniergelenk so mit dem Kopfe verbunden sind, daß sie sich nur gegeneinander bewegen können. Sie sind meistens hakenförmig, krumm gebogen, gewöhnlich sehr fest und hart, bei den Fleischfressern spitz gezähnt, bei den Pflanzenfressern mehr mit meißelartigen oder stumpfen Vorragungen zum Kauen versehen; in vielen Fällen ragen sie weit über den Kopf hervor und haben oft bei den verschiedenen Geschlechtern derselben Art eine verschiedene Form, wie z. B. bei den bekannten Hirschkäfern, wo das Männchen große geweihartige, mit mehrfachen Zacken besetzte Kiefer besitzt, während sie beim Weibchen nur kurze Haken darstellen. Je mehr die Aufnahme fester Nahrungsmittel zurücksinkt, desto unscheinbarer werden die Kiefer, und bei den echten Saugern fehlen sie entweder ganz, oder sind auf zwei hornige Borsten reducirt, welche gewöhnlich zum Stechen benutzt werden.

Weit complicirter an Gestalt und Zusammensetzung sind die Unterkiefer oder Kinnladen, die meist einen so offenen Winkel wie die Kiefer zu bilden im Stande sind, und nur selten diesen an Härte und Schärfe ihrer Zähnelungen gleichkommen. Die Kinnladen stehen der Unterlippe sehr nahe und erscheinen zuweilen mit ihrer Basis so mit der Lippe verwachsen, daß man sie für einen Theil derselben halten könnte; sie bestehen meist aus mehrern einzelnen Stücken, die man in einen Schaft oder Stiel und einen in diesen Theil, die Lade oder den Helm, theilen kann. Der Stiel ist meistens aus einem queren Gelenkstücke, dem sogenannten Angel (cardo) und dem eigentlichen Stiele (stipes) zusammengesetzt, der an der innern Seite die Laden oder Lappen (malae), an der äußern Seite die Ladentaster (palpi maxillares) trägt. Die Lade ist an der Spitze oft hakenförmig umgebogen und gehärtet oder selbst mit spitzen Hornzähnen, ähnlich den der Kiefer, besetzt ist. Das Ende der Laden wechselt namentlich sehr in seiner Form, indem es bald breit blattförmig ist und von der Seite der wie ein Helm (galea, bei den Geradflüglern) die übrigen Mundwerkzeuge decken kann, bald einen beweglichen Zahn oder selbst einen tasterförmigen Anhang darstellt. Die Kinnladen sind meist auf ihrer Innenfläche mit Haaren oder Borsten besetzt und dienen hauptsächlich zum Betasten und Halten der Nahrungsmittel. Bei saugenden Insekten erleiden sie mannichfaltige Modificationen, indem sie bald in ähnlicher Weise wie die Kiefer zu Stechborsten umgewandelt werden, wie namentlich bei den Zweiflüglern und den Halbflüglern der Fall ist, oder aber, indem sie scheidenartige Röhren darstellen, wie bei den Hautflüglern, oder selbst das Saugorgan werden, indem sie sich zu Rinnen, spiralig aufgerollten Halbkehlen umformen, die durch Zusammenlegen eine Röhre oder einen Saugrüssel bilden, wie dies bei den Schmetterlingen geschieht. Die Ladentaster, welche nur in seltenen Fällen fehlen, sind gewöhnlich viel kürzer als die Fühler, aber länger als die Lippentaster, und ihre Gliederzahl hat eine für jede Insektenordnung ein bestimmtes Gesetz, z. B. vier für die Käfer, fünf für die Geradflügler u. s. w.

Die Unterlippe besteht außer den Lippentastern, welche in Form und Größe meistens den Ladentastern ähnlich sind, noch aus mehrern verschiedenen Theilen. Gewöhnlich sitzt sie auf einer abgesetzten Platte, mit der sie in einem Klappengelenke verbunden ist, und welche man das Kinn (mentum) genannt hat. Sehr häufig ist die Lippe in ihrer Mitte gelenkig, geschnitten oder selbst fast gänzlich gespalten und in zwei Theile getheilt, eine Andeutung ihrer ursprünglichen Zusammensetzung aus zwei seitlichen mit der Mittellinie verwachsenen Kinnladen; oft ist sie gewöhnlich aber mit Haaren besetzt; sie schließt die Mundöffnung nach unten und trägt auf ihrer innern Fläche meist einen häutigen weichen Vorsprung, den man die Zunge (ligula) genannt hat. Gewöhnlich ist diese Zunge im Munde verborgen, zuweilen treten neben ihr noch einige selbständige Vorsprünge, die sogenannten Nebenzungen (paraglossae). Unterlippe und Zunge zeigen nicht nur merkwürdige Formverschiedenheiten, sondern auch sehr eigenthümliche Modificationen ihres Baues. Bei vielen saugenden Insekten und zwar namentlich bei den Halbflüglern und Zweiflüglern, hat sich die Unterlippe außerordentlich verlängert und bildet eine oben offene rüsselartige Scheide, in welcher die zu Stechborsten verwandelten

fer und Kinnladen eingeschlossen liegen. Bei den lbflüglern ist die zum Schnabel gewordene Unterpe noch obenein aus mehrern Gliedern zusammenetzt, während sie bei den Zweiflüglern einen häuti, weichen Schlauch, einen Saugrüssel bildet, der istens gänzlich zurückgezogen werden kann. Die oft ıg rudimentäre Zunge wird schon bei manchen Käı so groß, daß sie stets aus dem Munde hervorragt, ı bei den Hautflüglern erreicht sie den höchsten ad ihrer Entwickelung, indem sie zu einem langen, gliederten Schöpfrüssel wird, der wesentlich zur nährung dieser Thiere und zum Auffammeln des nigs beiträgt.

Die Brust (thorax) trägt, wie wir schon oben berkten, in allen Fällen die Bewegungsorgane, indem der Oberfläche ihrer beiden hintern Ringe die ügel, an der Unterfläche aller drei Ringe aber die ße eingelenkt sind. Die Brust ist im ganzen gehnlich die größte der drei Körperabtheilungen, was ilich bei denjenigen Insekten, die harte Flügeldecken itzen (wie z. B. den Käfern), nur auf der Unterche erkannt werden kann, indem dann die Flügelken über die Mittel- und Hinterbrust sich ausdehn. In den meisten Fällen ist es leicht, die drei nge, welche man mit dem Namen der Vorderbrust rothorax), der Mittelbrust (mesothorax) und der nterbrust (metathorax) unterscheidet, trotz ihrer ufigen Verwachsungen zu erkennen; und ebenso kann n sehr häufig die einzelnen Stücke unterscheiden, s welchen jeder einzelne dieser Ringe wieder zunmengesetzt ist. Bei den Beschreibungen werden ist nur die Unterfläche der Brust, das sogenannte ruftbein (sternum), und die Rückenfläche (notum) das Auge gefaßt, sodaß wir über die weitere Zuammensetzung der einzelnen Brustringe, die äußerst mplicirt ist, hier hinweggehen können. Sehr verieden sind die gegenseitigen Verhältnisse der einzeln Ringe, da ihre Entwickelung besonders in Behung steht zu den Functionen der Bewegungswerkge, die an ihnen befestigt sind. So ist die Vorderust bei den Käfern, den Geradflüglern und Halbglern meist ganz bedeutend entwickelt, frei beweglich, d trägt dann den Namen des Halsschildes, ährend sie bei andern, besonders fliegenden Insekten, ie bei den Schmetterlingen, den Haut- und Zweiglern gewöhnlich nur die Form eines schmalen inges oder eines dünnen Stiels hat, welcher den opf mit der Brust vereint; zuweilen ist der Kopf inzlich geborgen unter der schildförmigen Vorderbrust, anchmal sogar so, daß in dem Rande derselben öcher angebracht sind, um den Augen einigen Spielum nach oben zu gewähren. Die Vorderbrust trägt ets nur das erste Paar der Beine, aber niemals flügel auf der Rückseite.

Die Mittelbrust erscheint besonders bei denjenigen Insekten vorzugsweise entwickelt, bei welchen die Vorderflügel die wesentlichsten Flugorgane bilden, wie namentlich bei den Haut- und Zweiflüglern, während bei denjenigen Insekten, wo die Vorderflügel als Flügeldecken dienen, die Mittelbrust entsprechend auch nur eine unbedeutende Ausbildung zeigt und oft gar nicht, oft nur mit einem kleinen Theile auf der Oberfläche sichtbar ist, den man das Schildchen (scutellum) genannt hat. Die Hinterbrust endlich, welche bei den vorzugsweise fliegenden Insekten nur wenig entwickelt ist, bildet sich da besonders aus, wo die Hinterflügel das wesentlichste Flugorgan geworden sind, oder wo die Hinterbeine zu Springfüßen benutzt werden und zu diesem Endzwecke mächtige Muskeln erhalten.

Die Flügel, welche stets auf der Rückenfläche der Mittel- und Hinterbrust eingelenkt sind, wechseln außerordentlich an Gestalt und Bildung. Sie fehlen ganz bei vielen einzelnen Gattungen von Käfern, Geradflüglern, Halbflüglern und Zweiflüglern, und häufig gehen sie den Weibchen ab, während die Männchen damit versehen sind; so sind auch bei den in Gesellschaft lebenden Insekten zuweilen die unvollkommen ausgebildeten geschlechtslosen Individuen, die Arbeiter, flügellos, während Männchen und Weibchen mit Flugorganen versehen sind. Viele Insekten, wie namentlich die Ordnung der Dipteren, besitzen nur zwei ausgebildete Flügel, wobei das andere Paar zu eigenthümlichen schwingenden Kölbchen verkümmert ist, und zwar sind es bei den Zweiflüglern die Hinterflügel, bei den Strepsipteren die Vorderflügel, welche in dieser Weise verkümmert sind. Da, wo vier Flügel vorhanden sind, findet man sie oft von ungleicher Bildung, indem die Vorderflügel mehr lederartig oder hornartig fest sind und nur als Flügeldecken (Elytrae) benutzt werden, ohne am Fluge selbst einen wesentlichen Antheil zu nehmen. Manchmal sind diese Flügeldecken sogar so verwachsen, daß sie durchaus unbeweglich erscheinen; in andern Fällen ist nur ein Theil der Vorderflügel lederartig und zur Decke bestimmt, während der übrige Theil ebenso wie die Hinterflügel häutig erscheint. Die Flügel selbst sind eigentlich nur Duplikaturen des Hautskelets, deren beide Membranen sehr dicht aneinanderliegen und nur an den Orten, wo Luftadern und Gefäße sie durchziehen, voneinanderweichen. Jeder Flügel bildet so eine aus zwei Blättern bestehende häutige Platte, die je nach den Gattungen von mehr oder minder ausgebildeten Adern oder Nerven durchzogen ist. Bei Insekten, welche eben aus der Puppe hervorkriechen und bei denen die Flügel noch vollkommen unausgebildet sind, kann man nicht nur diese Zusammensetzung der Flügel aus zwei Blättern beobachten, sondern auch sehen, wie anfangs durch die Gefäße und Luftröhren Blut und Luft in die Flügel vordringt und diese ausdehnt. Bei den meisten Insekten sind die Flügel nackt, einfach häutig, höchstens mit dünnen Härchen besetzt, und haben dann jene eigenthümliche schillernde Färbung dünner, durchsichtiger Blättchen; oft aber sind sie mit besondern Schuppen bedeckt, welche ihre Färbung bedingen. Zuweilen ist ihre Fläche noch durch lange Haare vermehrt, die an ihrem Rande stehen. Die Vertheilung der Adern oder Nerven auf den Flügeln und der zwischen ihnen befindlichen, bald offenen, bald geschlossenen Zellen erscheint von großer Wichtigkeit für die beschreibende Naturgeschichte, da diese Vertheilung bei den natürlichen Gruppen stets übereinstimmend ist. Die Art und Weise, wie die Flügel in der Ruhe getragen und zusammengelegt werden, ist gewöhnlich sehr bezeichnend für die natürlichen Gruppen, ja selbst für die Ordnungen der Insekten. So knicken alle Käfer die Unterflügel ein, um sie unter die Flügeldecken zu schieben, während die Geradflügler sie fächerartig zusammenlegen, die Tagschmetterlinge aber sie nach oben zusammenschlagen. Der Flug der Insekten ist begreiflicherweise je nach der Beschaffenheit und Ausbildung der Flügel außerordentlich verschieden, beruht aber im wesentlichen darauf, daß der Flügel durch Drehung in Form einer 8 beim Aufheben der Luft eine geringere Fläche darbietet als beim Niederschlagen, wodurch sich der zwischen den Flügeln angebrachte Körper erhebt. Die Flugkraft vieler Hautflügler, Aderflügler und Zweiflügler übersteigt alles, was wir an andern Thieren kennen. Die Stubenfliege macht nach genauen Messungen über 300 Schwingungen in der Secunde mit ihren Flügeln.

Die Beine der Insekten sind trotz der verschiedenen Ausbildung nach demselben Grundgesetze gebaut und enthalten selbst bei ihrer Verkümmerung gewöhnlich dieselbe Zahl von einzelnen Theilen. Die Hüfte (coxa), mittels welcher das Bein in die Gelenkgrube des betreffenden Ringes eingelenkt ist, bildet meistens einen drehrunden oder länglichen Gelenkknopf, mit dem ein zweites Hornstück, der Schenkelanhang oder Trochanter, unbeweglich verbunden ist. Gewöhnlich können diese beiden Hüftstücke zusammen in dem Gelenke in ähnlicher Weise bewegt werden, wie unser Oberarm, in andern Fällen ist die Rollung unvollständiger. An den Hüftstücken sitzt, ebenfalls durch ein unvollständiges Kugelgelenk mit ihnen verbunden, der Schenkel (femur), der fast immer eine walzenförmige Gestalt hat, oft bestachelt oder bezähnt ist und an den Hinterbeinen der springenden Insekten gewöhnlich bedeutend verdickt erscheint. Mit dem Schenkel steht ein zweites, meist längeres und dünneres Stück durch ein Charniergelenk in Verbindung, das man die Schiene (tibia), nennt, und das an seinem Ende den Fuß (tarsus) trägt. Dieser letztere besteht nur sehr selten aus einem, meist aus mehrern, gewöhnlich aus fünf Gliedern, die oft erweitert und auf ihrer Unterfläche mit besondern Ballen, Bürsten oder Wärzchen zum Anhalten an glatten Oberflächen besetzt sind. Das letzte Tarsalglied trägt an seinem Ende gewöhnlich zwei, seltener eine gekrümmte, meist scharfe Hornklaue, die nur in äußerst seltenen Fällen gänzlich fehlt. Wesentliche Modificationen erleiden die Beine häufig durch ihre Beziehungen zur Lebensart der Insekten. So besitzen manche breite, quergestellte Vorderbeine, die zum Aufwühlen der Erde geschickt erscheinen, sogenannte Grabfüße. Bei den Springbeinen sind die hintern Schenkel verdickt und verlängert; bei den Schwimmbeinen die einzelnen Glieder abgeplattet, die Beine nur in wagrechter Richtung beweglich und mit steifen Haaren, die ihre Oberfläche vergrößern, besetzt. Bei manchen Insekten sind die Vorderbeine zum Fangen der Beute so eingerichtet, daß das letzte Glied gegen das vorletzte wie die Klinge eines Taschenmessers eingeklappt werden kann, Raubfüße; bei den meisten sind sie gleichmäßig entwickelt zum Gehen, Laufen und Klettern.

Der Hinterleib (abdomen) der Insekten zeigt stets die Ringelung weit deutlicher als die beiden andern Hauptabschnitte des Körpers. Die Hinterleibsringe sind fast immer aus zwei Bogen, einem obern und einem untern, zusammengesetzt, die an den Seitenrändern durch elastische Häute miteinander verbunden sind, sodaß der Hinterleib hierdurch sowol wie durch die schuppige Anordnung der Ringe bedeutender Volumsveränderungen fähig ist, die namentlich durch die Entwickelung der Eier bei den Weibchen sowie durch das Einpumpen von Luft vor dem Auffliegen bedingt werden. Zuweilen geht diese schuppige Lagerung der Ringe, die durch ausdehnbare Bänder vereinigt sind, so weit, daß der Hinterleib förmlich wie die Röhre eines Perspectivs ein- und ausgeschoben werden kann. Die Normalzahl der Hinterleibsringe scheint neun zu sein, indessen wechselt dieselbe außerordentlich entweder durch Verwachsungen oder dadurch, daß die letzten Ringe in die Bauchhöhle selbst hineingeschoben und dort als Deckschuppen der Begattungswerkzeuge angebracht sind. Eigentliche Bewegungsapparate trägt der Hinterleib nur bei einigen flügellosen Insekten, bei welchen die sonst unbeweglichen Borsten und Haare, die oft an ihm angebracht sind, zu Springorganen umgewandelt sind.

Die äußere Umhüllung des Körpers, die Haut, deren Härte und Consistenz ungemein wechselt, ist stets aus jenem eigenthümlichen, unlöslichen Stoff gebildet, den man Chitin genannt hat. Da dieser Stoff nur äußerst schwer zerlegbar ist, so erhalten sich auch die meisten Häute und Körperschalen der Insekten sehr lange Zeit vollkommen unzerstört, selbst wenn sie noch so zart und dünn sein sollten. An der äußern Oberfläche dieses Hautskelets kommen mannigfache Anhänge in Form von Stacheln, Borsten, Haaren oder Schuppen vor, welche bald ziemlich stark befestigt sind, bald auch nur lose in eigenen Grübchen der Haut sitzen und bei der leisesten Berührung sich ablösen. Oft sind diese Stacheln und Haare noch zudem mit Widerhaken besetzt, sodaß sie kleine gefährliche Waffen bilden, die einmal eingebohrt stets weiter vordringen. Die Mägen mancher Raupen fressender Vögel, wie z. B. des Kukuks, sind auf ihrer Innenfläche mit einem so dichten Ueberzuge solcher verfilzter in die Magenhaut eingestochener Haare bedeckt, daß lange lebhafter Streit über die Frage geführt wurde, ob diese Filzüberzüge zu dem Bau des Magens der Vögel gehören oder von den verschluckten Raupen herrühren. Nach innen zu zeigt das Hautskelet, das im ganzen betrachtet eine Sammlung von hohlen Röhren und Ringen darstellt, zuweilen Vorsprünge, Leisten und Spitzen, welche den verschiedenen Muskeln zu Ansatzpunkten dienen. Die äußern Umrisse des Hautskelets stehen überhaupt in wesentlicher Beziehung zu der mehr Ausbildung des Muskelsystems, und stets findet man da, wo mächtige Muskeln zur Bewegung gewisser Theile vorhanden sind auch entsprechend das Hautskelet aufgebläht, wie z. B. einen breiten Kopf mit starken Beißwerkzeugen, hohe dicke Brust bei bedeutendem Flugvermögen u. s. w. Die Muskeln, welche stets sehr ausgebildet sind und so wie die willkürlichen Muskeln der höhern Thiere sehr deutliche Querstreifen zeigen, stehen im Verhältniß zur Ausbildung der Bewegungsorgane und der Kauwerkzeuge, zwar aber im Verhältniß zu ihrer Masse eine ungemeine Kraft und Energie, die sich besonders bei den Arbeiten der Insekten kundgibt. Die meisten Käfer tragen mit Leichtigkeit das Zehn- oder Zwanzigfache ihres Gewichts auf dem Rücken; Ameisen schleppen in ihren Kiefern, also mit ungünstigem Kraftmomente, noch größere und schwerere Gegenstände als sie selbst sind fort, und eine Grabwespe oder Maulwurfsgrille bohrt in einer Stunde einen Gang aus, der wenigstens zehn- bis zwölfmal ihre eigene Länge beträgt, trägt sie noch obenein die aufgewühlte Erde aus dem Gange heraus schafft und die Wände desselben vor dem Zusammenfallen sichert! Und solche Arbeiten werden nicht einmal bei außerordentlichen Gelegenheiten verrichtet, sondern halten tagelang ohne Unterbrechung an, und ohne daß man dem Thiere einige Ermüdung anmerkte.

Das Nervensystem der Insekten besteht unter allen Umständen aus einer Reihe von Knoten, welche unmittelbar auf der innern Fläche der untern Hautbedeckung aufliegen und meist durch doppelte Längsfäden miteinander verbunden sind. In dem Kopfe über dem Schlunde liegt eine Gehirnmasse, welche die Fühlernerven und die Sehnerven abgibt und aus unten zwei dickere Fäden um den Schlund herumsteigt, die sich in einem unter dem Schlunde gelegenen Knoten vereinigen und so einen förmlichen Schlundring bilden. Von dem untern Knoten aus gehen Längsfäden nach hinten, die meistens getrennt, zuweilen aber auch zu einem einzigen Faden verschmolzen sind und an denen sich von Zeit zu Zeit den einzelnen Ringen entsprechend Knoten befinden, von welchen die Nerven der Organe

usstrahlen. Bei den Larven und den langleibigen nsekten liegen diese Knoten gewöhnlich weit von- nander, während da, wo die einzelnen Körperringe ehr miteinander verschmolzen und unbeweglich ge- orden sind, die einzelnen Knoten auch näher anein- nderrücken, und oft gänzlich miteinander verschmelzen. lan findet so die mannichfaltigsten Uebergänge von nem Bauchmarke, das in seiner ganzen Länge aus leichmäßigen Knoten zusammengesetzt ist, die sich in egelmäßigen Abständen folgen, bis zu fast gänzlich erschmolzenen Massen, die kaum noch ihren Ursprung ewahren lassen; und man kann diese allmähliche Con- ntration des Nervensystems auch bei denjenigen Arten erfolgen, die als Larven eine langgestreckte Ganglien- ette, als vollkommene Insekten dagegen ein ver- hmolzenes Bauchmark besitzen. Außer dem Bauch- iarke läßt sich noch ein besonderes Eingeweidenerven- ystem nachweisen, welches als zwei paarige und ein npaarer Nerv an Schlund und Magen hinläuft und iese mit Zweigen versorgt.

Hinsichtlich der Sinnesorgane ist nur weniges ekannt. Wir erwähnten schon das auf Tastsinn, Ge- icht und Geruch Bezügliche. Unleugbar sind viele In- ekten sehr wähleriſch hinsichtlich ihrer Nahrung, was uf Geschmack schließen läßt; wo derselbe seinen Sitz aben mag, ist noch nicht ermittelt. Als Gehörorgane at man gespannte Häute angesprochen, auf deren nnerer Seite glashelle Krystallstäbchen sitzen, welche ls Nervenendigungen sich darstellen. Bei den Schnarr- chrecken (Acridida) liegt dieses Ohr am Hintertheile er Hinterbrust und stellt eine mit einem Trommel- elle geschlossene Grube dar, hinter welcher ein zartes Bläschen liegt, zu dem ein eigener, aus dem dritten Brustknoten entspringender Hörnerv geht. Bei den igentlichen Grillen (Gryllida) und den Heuschrecken Locustida) findet man gar unter dem Kniegelenk der eiden Vorderschienen Gruben, welche durch Trommel- elle geschlossen sind und hinter denen die Luftröhre es Beins eine Blase bildet, zu der sich ein eigener Gehörnerv begibt. Nervenstäbchen ohne ausgespannte Häute kommen bei den Käfern an den Hinterflügeln, ei den Zweiflüglern an den Schwingkolben vor. Nichtsdestoweniger sind Tonbildungen, die mit den Geschlechtsfunctionen in Beziehung stehen, bei den In- ekten nichts Seltenes. So locken manche Holzkäfer ihre Weibchen dadurch, daß sie mit dem harten Kopfe oder Hinterleibe mit großer Heftigkeit auf das Holz aufpochen; die Schnarrschrecken geigen mit ihren Hinter- beinen an dem Außenrande der Flügeldecken; die Heu- schrecken und Grillen reiben den harten und scharfen Rand der Wurzel der einen Flügeldecke gegen eine gerippte Hornleiste an der Wurzel der andern Flügel- decke, und bringen dadurch den schrillenden Lockton hervor. Viele Käfer und Wanzen zirpen, indem sie die Vorderbrust gegen den Mittelrücken oder den Hinter- leib gegen die Flügeldecken reiben. Die Singcicaden bringen ihren unleidlichen sogenannten Gesang mittels einer trockenen Trommelhaut hervor, welche an dem ersten Hinterleibsringe in ähnlicher Weise wie das Fell eines Tamburins in einem runden Ringe aus- gespannt ist, durch einen eigenen Muskel gespannt und plötzlich wieder losgeschnellt wird. Alle diese Töne beziehen sich auf die Vereinigung der beiden Geschlechter, und vielleicht steht auch das Summen vieler fliegenden Insekten, welches offenbar durch die abwechselnde Spannung und Erschlaffung des Brust- kastens während der Flugbewegung und der dieselbe begleitenden zahlreichen Muskelcontractionen erzeugt wird, hierzu in einiger Beziehung.

Der Verdauungskanal der Insekten ist stets darmartig, aber von sehr wechselnder Länge, und zeigt sich immer aus mehrern Häuten zusammengesetzt, deren innerste an dem obern und untern Abschnitte des Darmes mit dem Hautskelet in Verbindung steht und auch bei Häutungen mit demselben gewechselt wird. Bei den fleischfressenden Insekten sowie bei den Saugern ist der Darmkanal im allgemeinen weit kürzer als bei den Pflanzenfressern, wo er oft viele schlingenförmige Biegungen im Hinterleibe bildet, die niemals durch ein Gekröse, sondern stets nur durch vielfache Verzweigungen der Luftröhren in ihrer Lage erhalten werden. Gewöhnlich kann man drei Haupt- abschnitte und folgende einzelne Theile unterscheiden: Von der Mundhöhle an, welche häufig in ihrem Grunde lappenartige Vorsprünge (epi- und hypo- pharynx) zeigt, zieht sich in der Brust zwischen den Muskelmassen derselben hindurch eine dünne, aber stark muskulöse Speiseröhre oder Schlund, der nach hinten oft in einen häutigen, mehr oder minder ge- falteten Kropf und dann in einen meist runden Kau- magen sich erweitert, dessen innere Fläche gewöhnlich mit hornigen Leisten, Borsten und stumpfen Zähne- lungen besetzt ist. Zuweilen auch, und zwar bei den Saugern, findet sich neben dem Schlunde noch eine dünnhäutige Blase, die durch einen längern oder kürzern Stil mit ihm in Verbindung steht und als Saugmagen functionirt. Häufig sind an dieser ersten Abtheilung des Darmkanals noch besondere röhrige oder traubige Speicheldrüsen entwickelt, die meistens in dem Kopfe verborgen liegen, zuweilen aber sich weit in den Leib hinab erstrecken. Die zweite größere Abtheilung des Darmkanals wird von dem sogenannten Chylusmagen gebildet und erstreckt sich von der Einmündung des Schlundes bis zur In- sertion der Harngefäße in äußerst verschiedenen Formen und Gestalten. Gewöhnlich zeigt diese Abtheilung eine bedeutendere Breite als die andern, und vielfache Längs- oder Querfalten; sehr oft ist sie bald in ihrer ganzen Länge, bald nur in ihrer obern Hälfte mit kurzen Drüsenschläuchen besetzt, welche ihr ein zottiges Ansehen geben. In das hintere Ende dieses Chylus- magens münden die Nieren ein, welche stets eine röhrige Form haben, die im allgemeinen den Drüsen- organen der Insekten überhaupt zukommt. Die sehr dünnen und langen Harngefäße, deren Zahl sehr wechselt, haben entweder blinde Enden oder gehen am Ende bogenförmig ineinander über und umgeben meist in vielfachen Windungen und Schlängelungen den Darmkanal. Der gelbliche oder röthliche Harn, welchen diese Gefäße absondern, hat gewöhnlich eine breiige Consistenz und sammelt sich während des Puppenschlafs in bedeutender Menge in dem hintern Theile des Darms an, wo er dann, von den aus- geschlüpften Insekten oft in großer Menge entleert, zu Sagen von Blutregen Veranlassung gegeben hat. Die hintere Abtheilung des Darms hat im Anfange stets eine geringere Weite als der Chylusmagen, bläht sich aber dann oft wieder bedeutend auf, sodaß man einen engern Krummdarm, einen kloakenförmigen Dickdarm und einen kurzen muskulösen Mastdarm deutlich unterscheiden kann. In dem Dickdarme finden sich stets eigenthümliche durchsichtige Drüsenwülste, die oft eine ungemein große Zahl erreichen und in das Innere der Höhlung vorragen. Sehr häufig zeigt sich an diesem kloakenförmigen Dickdarme noch ein mehr oder minder ausgebildeter Blinddarm, der zu- weilen eine ansehnliche Länge erreicht. Der After ist stets an dem letzten Körperringel angebracht, und sehr häufig münden unmittelbar vor ihm in den Mast- darm besondere Drüsenschläuche, Afterdrüsen, die

eine ätzende oder stinkende Flüssigkeit absondern, welche von den Thieren zu ihrer Vertheidigung hervorgespritzt wird. Zuweilen finden sich auch solche eine ähnliche Flüssigkeit liefernde Drüsen an andern Stellen des Körpers, wie z. B. bei den Maiwürmern (Meloë) an den Gelenken der Beine, oder bei den Wanzen an der Unterfläche der Brust. In eigenthümlicher Beziehung zu dem Verdauungsgeschäfte und dessen Organen steht dann ferner noch der Fettkörper, eine Masse von meist weißlichen oder gelblichen Fettzellen, die bei den vollkommenen Insekten nur eine geringe Ausdehnung besitzt, bei den Larven aber gewöhnlich alle Zwischenräume der Organe erfüllt und während des Puppenlebens zum Aufbau der Organe verwendet wird.

Alle Insekten besitzen in allen Zuständen ihres Lebens einen eigenthümlichen Kreislauf des Blutes, der durch ein in der Mittellinie gelegenes schlauchförmiges Herz vermittelt wird. Dieses Herz, das man auch unter dem Namen des Rückengefäßes kennt, liegt unmittelbar unter der Haut des Rückens und besteht aus mehrern einzelnen Kammern, die an den Einschnürungsstellen durch klappenartige Vorsprünge der innern Haut getrennt werden, welche dem Blute eine Strömung von hinten nach vorn gegen den Kopf anweisen. Die einzelnen Kammern sind durch dreieckige Muskelbündel an die Hinterleibsringe befestigt und zeigen jederseits in ihrer vordern Hälfte eine Längsspalte, durch welche das Blut von außen nach innen in das Herz eindringen kann. Durch Brust und Kopf setzt sich das Herz mittels einer in der Mittellinie gelegenen Körperader fort, welche plötzlich mit einer oder mehrern offenen Mündungen endigt. Dies ist der ganze Gefäßapparat, welchen die Insekten besitzen. Betrachtet man bei einem solchen Thiere, dessen Rückenhaut durchscheinend genug ist, z. B. bei der Seidenraupe, das Herz in seiner Thätigkeit, so sieht man, daß die Kammern desselben sich wellenartig von hinten nach vorn zusammenziehen und sich bei der Ausdehnung wieder füllen. Das Blut kreist im beständigen Strome durch das Herz und vertheilt sich dann in den Zwischenräumen der Körperorgane, wo sich wandungslose Kanäle finden, in denen es stets nach bestimmten Richtungen läuft. Die ganze Blutmenge sammelt sich dann im Hinterleibe in der Umgebung des Herzens an, das mithin förmlich im Blute schwimmt, und bei der Ausdehnung sich mit dieser Flüssigkeit füllt, die es durch seine Zusammenziehung weiter treibt. Man sieht also, daß der ganze Körper gleichsam ein Reservoir für die Ernährungsflüssigkeit bildet, dessen Inhalt durch eine angebrachte Saugspritze, das Herz, in Thätigkeit versetzt wird. Das Blut selbst ist gewöhnlich vollkommen farblos und enthält nur sehr wenige meist ungefärbte Blutkügelchen, sodaß es oft sehr schwer fällt, auch in ganz durchsichtigen Insekten unter dem Mikroskop die Blutströme zu sehen.

Alle Insekten athmen zu jeder Zeit ihres Lebens Luft, und zwar meistens durch besondere Oeffnungen, die man Stigmen (Stigmata) genannt hat und die bei allen vollkommenen Insekten ohne Ausnahme vorkommen. Diese Stigmen sind kleine, rundliche oder längliche Spaltöffnungen, die sich paarweise zu beiden Seiten des Körpers finden und sehr oft durch eine besondere Färbung ihrer Umgebung ausgezeichnet sind. Meist sind sie mit einem besondern Hornringe eingefaßt und können durch eigene Muskelchen geöffnet und geschlossen werden. Das Ein- und Auspumpen von Luft geschieht durch Ausdehnung oder Verschiebung der Hinterleibsringe, und man kann namentlich bei solchen Insekten, welche schwer fliegen, deutlich beobachten, wie sie sich zu der Erneuerung durch Einpumpen von Luft vorbereiten. Sie sind in der Regel in den Verbindungsgliedern einzelnen Körperringe angebracht, oft so nahe bald unter den Flügeldecken, bald unter des Körpers aufgesucht werden müssen. richtet sich bei den vollkommenen Insekten nach der Zahl der sichtbaren Körperringe, der Kopf und der letzte Hinterleibsring Spur von Stigmen, und an der Brust höchstens nur zwei Paare. Von den Stigmen setzen sich eigene Luftröhren oder Tracheen Innere des Körpers nach allen Richtungen alle Organe mit Aesten und Zweigen umspinnen zeichnen sich diese Luftröhren meist, wenn einem lebenden Insekte unter Wasser untersucht ihre silberglänzende oder milchweiße Farbe sich verliert, sobald Wasser oder Luft in die Röhren eingedrungen sind und die Tracheen haben. Der Bau dieser Luftröhren ist ein die größern Stämme sind aus zwei Häuten gesetzt, zwischen denen ein horniger Faden aufgewunden liegt. Den blasenförmigen Erweiterungen, welche an den Luftröhren vieler Insekten vorkommen, fehlen die Spiralfäden und ebenso werden nach und nach in den feinern Aesten und der Röhren, wo zuletzt nur noch eine einfache lose Membran übrigbleibt. Bei vielen Insekten ästeln sich die Luftröhren mit stets dünnern Zweigen allmählich, indem sie zahlreiche Anastomosen untereinander eingehen. Bei andern dagegen bilden sie sich oft zu vielfachen Luftblasen, die ihnen den durch raschen und kräftigen Flug ausgezeichneten Thieren oft eine ungemeine Größe geben und manchmal einen großen Theil des Hinterleibes füllen. In der Anordnung der Stämme sind zwei wesentliche Modificationen unterscheidbar. Gewöhnlich laufen zu beiden Seiten des Körpers zwei große, weite Stämme hin, in welche die Stigmen herkommenden queren Luftstämme münden und von welchen aus die Luftröhren zu den verschiedenen Organe des Körpers strahlen. Andern, weniger häufig vorkommenden Insekten sind die aus dem Stigma hervortretenden Stämme unmittelbar an die Körperorgane, jedoch durch seitliche Verbindungsstämme zueinander verbunden. Die Rollen von Blut und Luft verhalten sich bei den Insekten durchaus anders, wie bei den athmenden Wirbelthieren. Hier vertheilt sich das durch Gefäße an alle Organe des Körpers tritt in einem besondern, beschränkten Gefäßsystem und wird durch den Blutstrom in alle Theile des Körpers geführt. Bei den Insekten hingegen wird das Blut frei alle Organe des Körpers umspült, wird mittels eigener Gefäße durch die Stigmen hindurch zu den Organen geführt. Die im Wasser lebenden Insektenlarven sind entweder in ihrer Zahl reducirt und an besondern Anhängen angebracht, die aus dem Wasser gezogen werden können, oder sie fehlen auch diesem letztern Falle finden sich meist Tracheenkiemen, d. h. häutige Verzweigungen, federförmige Anhänge, seitliche Anhänge, welchen die Tracheen sich verzweigen und ausbreiten. Man nimmt an, daß diese Hautanhänge insofern als Kiemen fungiren, als die in ihnen verzweigten Tracheen-Enden Luft aus dem Wasser ausscheiden. Bei den Libellenlarven findet sich ein eigenthümlich ausgebildete Tracheenkiemendarm, in dem durch besondere Klappen

After ein beständiger Wasserstrudel unterhalten
d.
Eigenthümliche Absonderungsorgane fehlen nicht.
rber gehören außer den Harngefäßen (Malpighi'sche
äße) meist einzellige Hautdrüsen, Stinkdrüsen am
er und an den Gelenken, die Spinndrüsen der
ven, die an der Unterlippe ausmünden, die Gift-
jen am Stachel vieler Weibchen, die Wachs aus-
idenden Häutchen der Bienen u. s. w.
Die Geschlechter sind getrennt und mit einigen
snahmen, von denen später die Rede sein wird,
t es nur Männchen und Weibchen. Bei einigen
Gesellschaften lebenden Insekten kommen freilich
enannte Geschlechtslose vor, die aber stets nur
kümmerte Weibchen sind, deren Eierstöcke und Be-
tungswerkzeuge auf derjenigen Stufe der Ent-
lelung stehen geblieben sind, welche sie in dem
venzustande hatten. Bei den weiblichen Insekten
)en sich stets zwei aus Röhren zusammengesetzte
erstöcke, die mittels kurzer Eileiter in die Scheide
münden. Die Eierstocksröhren zeigen äußerst mannich-
ige Verhältnisse hinsichtlich ihrer Länge, Zahl und
uppirung, kommen aber insofern in ihrem Baue
rein, als in ihren äußersten, meist spitz zulaufenden
den sich die Eier bilden, die in dem Maße ihres
rrückens gegen die äußere Geschlechtsöffnung hin
Größe zunehmen. An der Scheide befinden sich
stens eigenthümliche Anhänge, gewöhnlich in Form
nförmiger Beutel, von welchen der eine, die Be-
ttungstasche, bei diesem Acte die männliche
the aufnimmt, während der andere, meist höher ge-
ene Behälter die Samenthierchen beherbergt, die
h der Befruchtung in diese Samentasche hinüber-
ndern, in welcher sie sich monatelang lebend er-
ten. Besonders bei denjenigen Insektenweibchen,
nach der Begattung überwintern und erst im Früh-
re Eier legen, ist diese Samentasche, die nur selten
lt, häufig in Gestalt großer doppelter Spiralröhren
wickelt. Die Samenthierchen erhalten sich in diesen
schen monatelang frisch und lebendig, sodaß durch
e einmalige Begattung das Weibchen fähig wird,
brend seines ganzen Lebens befruchtete Eier zu
en. Außer diesen beiden Taschen finden sich meist
mittelbar vor der Geschlechtsöffnung in mannich-
ber Weise ausgebildete Drüsen, welche offenbar die
sse absondern, aus denen die äußern Eischalen
sgebaut werden, und die man deshalb mit dem
men der Kittorgane bezeichnet hat.
Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus
ei röhrigen oder traubigen Hoden, deren Formen
sserordentlich mannichfaltig sind und die zuletzt in
ei oft vielfach gewundene Samengänge einmünden,
zuweilen mit seitlichen Samenblasen besetzt sind.
n der Stelle wo beide Samenleiter zu einem einzigen
amengange zusammenmünden, senken sich meistens
ei Drüsenschläuche ein, deren Absonderung offenbar
zu dient, die Menge der Samenflüssigkeit zu ver-
ßern. Diese besteht wesentlich aus haarförmigen
amenthierchen, die im Wasser sogleich erstarren und
h oft in höchst eigenthümlicher Weise innerhalb der
amenleiter in Fäden, Federn oder Bündeln gruppiren.
ei einigen Insekten werden diese Samenthiergruppen
)ch besonders von starren Schläuchen eingeschlossen,
elche vielleicht eine ähnliche Rolle spielen, wie die
amenmaschinen mancher niedern Thiere.
Die Begattung ist bei einer großen Zahl von
nsekten der einzige Zweck ihrer Existenz im voll-
mmenen Zustande. Viele Arten nehmen durchaus
ine Nahrung während dieses Abschnitts ihres Lebens
zu sich; bei den meisten stirbt das Männchen un-
mittelbar oder kurze Zeit nach der Begattung, und
das Weibchen, nachdem es die Eier gelegt hat. Die
Begattungswerkzeuge selbst aber sind von sehr ver-
wickelter Gestalt. Meist ist der Eingang der Scheide
durch Hornleisten von eigenthümlicher Gestalt, deren
Form bei jeder Art eine andere ist, klappenartig be-
setzt, und sehr oft gesellen sich bei den Weibchen zu
diesen Klappen noch besondere Hornstücke, die bald
eine gerade, bald eine säbelförmig gekrümmte Lege-
scheide darstellen, durch welche die Eier tief in die
Erde hineingesenkt werden können. Bei vielen Weib-
chen sind die verschiedenen Hornstücke, welche durch
ihr klappenartiges Zusammenlegen diese Legescheide
bilden, zum Anfeilen der Blätter oder zum Bohren
von Löchern gezähnelt, sodaß sie eine wahre Lege-
säge bilden; bei andern sind die Stücke fein zugespitzt,
sodaß sie damit verwunden und bei der Verwundung
ein Ei durch den Legestachel in das Loch gleiten
lassen können; noch bei andern endlich hat dieser
Apparat nur seine verwundende Eigenschaft beibehalten
und ist ein wahrer Giftstachel geworden, der mit
einer besondern Drüse in Verbindung steht. Bei den
männlichen Insekten ist die meist röhrenförmige Ruthe
oft von sehr sonderbaren Leisten, Klappen und Zangen
umstellt, deren eigenthümliche Vorsprünge denjenigen
der harten Theile an den weiblichen Geschlechtsorganen
genau entsprechen und auf diese Weise gewissermaßen
die Bürgschaft für die unveränderte Erhaltung der
Art bilden. In einzelnen Fällen (bei den Libellen)
gibt es besondere eigenthümliche Organe zur Ueber-
tragung des Samens in die weiblichen Geschlechts-
theile.
Die Geschlechtsverschiedenheiten sind bei den
Insekten außerordentlich groß, und nur selten wird
man beide Geschlechter vollkommen übereinstimmend
finden. Die Männchen sind fast immer bedeutend
kleiner als die Weibchen, und häufig geflügelt, wäh-
rend die Weibchen flügellos sind. In andern Fällen
ist die Zahl der Ringel an den Fühlern oder dem
Hinterleibe verschieden. Verschiedene Körpertheile haben
oft bei den Männchen eigenthümliche Auswüchse, Hörner
und Dornen, von denen bei den Weibchen keine Spur
zu sehen ist. Hier sind bei den Männchen die Kiefer
ungeheuer entwickelt, dort die Fühlhörner durchaus
anders gestaltet; bei diesen die Füße mit besondern
Haftorganen versehen, oder mit Spitzen und Dornen
besetzt, die den Weibchen gänzlich abgehen. Die Far-
ben sind bei den Männchen meist weit lebhafter und
oft so verschieden vertheilt, daß man aus den ver-
schiedenen Geschlechtern sehr häufig verschiedene Arten
machte, bis die Beobachtung der Begattung das Richtige
kennen lehrte. Die Sorge für die Eier und die Nach-
kommenschaft ist stets den Weibchen allein überlassen.
Viele Arten legen die Eier nur einfach dahin, wo sie
vor Feinden soviel als möglich geschützt sind und wo
die auskriechenden Larven ihren Lebensunterhalt finden
können; andere aber bauen für die zukünftige Larve
oft mit großer Anstrengung besondere Zufluchtsorte,
und tragen dort den Proviant zu, dessen das junge
Thier während der Larvenzeit bedarf. Die Arten,
deren Larven schmarotzend im Innern anderer Thiere
wohnen, wissen oft mit ungemeiner Schlauigkeit und
Umsicht die vielfachen Gefahren zu vermeiden, welche
ihnen von den durch sie bedrohten Thieren bereitet
werden. Bei den höchsten Stufen finden wir eine
mütterliche Sorgfalt, welche von keiner andern Klasse
übertroffen wird, indem die jungen Larven und Puppen
in gemeinschaftlichen Wohnungen erhalten, gefüttert
und gepflegt und mit äußerster Hingebung gegen ihre
Feinde vertheidigt werden. Diese Sorgfalt

 Geht selbst

so weit, daß einzelne Arten den jungen Larven bei Verfertigung ihrer Puppen helfen und zur rechten Zeit wieder diese Puppen öffnen, um dem ausgebildeten Insekte seine Freiheit zu verschaffen.

Die meisten Insekten legen Eier; nur wenige Schmarotzerfliegen gebären lebendige Junge (Larven), und bei einer Gruppe derselben, den Pupiparen, verläuft selbst der ganze Larvenzustand im Innern der mütterlichen Organe, sodaß die Jungen als Puppen geboren werden. Die Eier der Insekten haben sehr verschiedene Formen und Farben; doch findet man meistens die Eiform oder Cylinderform vorwiegend. Zuweilen haben diese Eier eigenthümliche Fortsätze, Stiele oder Haken, welche meistens dazu dienen, sie an irgendeiner Fläche festzuhalten, ihr weiteres Einsinken im Schlamme z. B. zu verhindern. Bei den in Haufen oder Gesellschaften lebenden Arten werden auch meist die Eier schon im Beginn zusammengelegt und durch einen Kitt in bestimmter Art vereinigt. Oft sind mehrfache Hüllen vorhanden, die besonders bei den im Freien ausdauernden Eiern zuweilen eine bedeutende Härte zeigen und namentlich auch die Eier vor dem Einflusse des Frostes auf das kräftigste zu schützen scheinen. Wol an allen Eiern finden sich besondere Oeffnungen, Mikropylen, durch welche der Eintritt der Samenfäden in das Innere des Eies ermöglicht wird.

Außer der regelmäßigen Fortpflanzung durch befruchtete Eier finden noch, freilich selten, andere Fortpflanzungsarten statt; bei einigen Mücken (Cecidomyia, Heteropeza, Miastor) erzeugen die Larven in einem Keimstocke Keime, die sich allmählich zu Larven entwickeln auf Kosten der innern Organe der Mutterlarve, welche zuletzt nur einen hohlen Schlauch darstellt, aus welcher die Tochterlarven ausbrechen, um ebenso neue Generationen zu erzeugen oder sich zu verpuppen. Bei den Blattläusen finden sich im Sommer Weibchen, deren Begattungsorgane verkümmert sind, die aber in ihren Eierstöcken Eier erzeugen, welche ohne Befruchtung sich ausbilden und als lebendige Junge geboren werden. Erst im Herbst erscheinen Männchen und Weibchen, welche sich begatten und Eier erzeugen. Bei den Tannenläusen (Chermes) scheint sich hieran noch eine Doppelform der Individuen anzuschließen, schlankere Weibchen im Sommer, dickere im Winter, die beide ohne Befruchtung sich fortpflanzen. Bei vielen Insekten bedürfen die Eier der Befruchtung zur Entwickelung nicht (Parthenogenese), und bei einigen wirkt dieselbe bestimmend auf das Geschlecht ein, sodaß z. B. bei den Bienen aus den befruchteten Eiern Weibchen und Arbeiterinnen, aus den unbefruchteten Männchen (Drohnen) entstehen.

Bei der Entwickelung des Embryos im Ei, die meistens außerhalb des mütterlichen Körpers stattfindet, bildet sich eine Keimhaut, im Umfange des Eies, in welcher eine begrenzte Abtheilung, der Keimstreifen, umschrieben wird, welche die Anlage des Kopfes und der Bauchfläche darstellt. An den Rändern desselben lassen sich Einkerbungen, die Urſegmente, unterscheiden. Der Keimstreifen wächst immer weiter um den Dotter herum, und während die Ringel sich deutlicher abscheiden, sieht man in der Mittellinie eine Anhäufung festerer Substanz, welche dem Bauchmarke entspricht. Zugleich heben sich nun die Beine, die Fühlhörner, die Augen und die Mundwerkzeuge auf der untern Fläche der Embryonalscheibe deutlicher hervor, und man kann sich nun überzeugen, daß der Dotter der Rückenfläche des werdenden Insekts entspricht, und daß die Embryonalscheibe, von unten nach oben wachsend, den Dotter allmählich umschließt. Der Embryo ist deshalb anfangs, wo die Dottermasse [illegible] rücklings um dieselbe herumgebogen.

Die innern Theile werden auf [illegible] beschreibende Weise gebildet und der [illegible] aufgezehrt, während der Embryo sich [illegible] ausbildet und nach und nach statt der [illegible] gebogenen Lage gerade die entgegengesetzte einnimmt. Die Füße und Kauwerkzeuge, Fühler, welche anfänglich warzenförmig [illegible] glichen, gliedern sich nach und nach [illegible] schnürungen und schlagen sich so ein, [illegible] gekrümmten Bauchfläche hart neben [illegible] Das Rückengefäß entsteht erst sehr spät [illegible] wo sich die Embryonalschicht über [illegible] schlossen hat. Das junge Thier verläßt [illegible] wöhnlich mit dem Augenblicke, wo [illegible] Dottermasse aufgezehrt ist.

Nur bei wenigen Insekten zeigt das [illegible] geschlüpfte Wesen schon bis auf wenig [illegible] heiten Form und Verhältnisse des [illegible] Thiers; in diesem Falle sind aber [illegible] Unterschiede nicht größer als diejenigen [illegible] zwischen einem neugeborenen Kinde und [illegible] findet. Das Insekt wächst nun bis zu [illegible] stimmten Größe aus, indem es sich ver[illegible] häutet und mit jeder Häutung eine der [illegible] Zustand mehr genäherte Form annimmt. Häutungen ist eine Art kritischer Periode [illegible] das vorher sich sichtlich unwohl fühlt [illegible] standener Häutung mit verdoppeltem [illegible] Gewöhnlich springt die alte Körperhaut [illegible] holten Anstrengungen des Thiers in [illegible] Nackens, und das Thier, dessen neue Haut [illegible] ist, zieht sich allmählich aus dieser Spalte [illegible] läßt die alte leere Haut zurück, an der [illegible] die innere Auskleidung des Anfangs der [illegible] stämme sowie des Schlundes und des [illegible] hängen sieht. Nach der letzten Häutung [illegible] das Thier fort und stirbt gewöhnlich kurz [illegible] dem es den Fortbestand der Art gesichert [illegible] Insekten, welche diesen Umlauf des Lebens [illegible] stehen auf der untersten Stufe in dieser [illegible] und werden Insekten ohne Verwandlung [illegible] bola) genannt.

Eine zweite Gruppe, zu welcher die [illegible] Orthopteren und Neuropteren gehören, [illegible] eine größere Verschiedenheit zwischen der [illegible] des aus dem Ei kriechenden Thiers und [illegible] kommenen Insektes. Indessen bezieht sich [illegible] schiedenheit nicht so sehr auf die allgemeine [illegible] Körpers, die etwa nur in denselben Grenzen [illegible] wie bei der vorigen Gruppe, als vielmehr [illegible] auf die Ausbildung der Flügel und der [illegible] gliederten Anhänge des Körpers. Die [illegible] kriechenden Thiere haben keine Spur von [illegible] zeigen oft weniger Ringe an den Füßen [illegible] Formen der Füße und ähnliche solche Verschiedenheiten. Man hat diese unvollkommenen Thiere [illegible] larven genannt. Bei den Häutungen [illegible] und nach Flügelscheiden, die unbeweglich [illegible] wachsen und aus denen endlich bei der letzten [illegible] das Thier die ausgebildeten Flügel beim [illegible] mit Flügelscheiden versehene Entwickelungsform [illegible] auch die Puppen genannt. Das Thier [illegible] Zeit seines Lebens und bewegt sich sowol [illegible] larve wie als Puppe mit derselben Lebhaftigkeit [illegible] als vollkommenes Insekt. Man nennt [illegible] Insekten mit unvollkommener Verwandlung [illegible] (Hemimetabola).

Bei der dritten, größten Gruppe [illegible]

lich, in dem Wesen, welches das Ei verläßt, das kommene Insekt wieder zu erkennen. Man unter- det bei diesen Thieren drei verschiedene, scharf ab- enzte Zustände, als Larve (larva), Puppe (pupa) vollendetes Insekt oder Bild (imago). Während Larvenzeit beschäftigt sich das Thier einzig mit der ährung; es frißt und wächst, indem es sich meistens rmals häutet; als Puppe verharrt es in meist ngslosem Zustande, ohne Nahrung zu sich zu nen; als vollkommenes Insekt pflanzt es sich fort und t, nachdem es für seine Nachkommenschaft gesorgt hat. ie Larven haben meistens die Gestalt eines rund- n Wurms mit mehr oder minder deutlichen Ab- ungen; viele sind durchaus fußlos, andere besitzen sechs kurze Füße, welche denen des vollkommenen ekts entsprechen, noch andere (sogenannte Raupen) n außer diesen noch falsche Füße, die an den gen Körpersegmenten stehen und bei der Puppe kommen verschwinden. Die Körpersubstanz der en ist gewöhnlich weich, verhältnißmäßig viel her als diejenige des vollkommenen Insekts, und Haut oft mit den mannichfaltigsten Anhängen und wüchsen versehen. Viele sind durchaus glatt, andere mit Haaren, Stacheln oder Hörnern besetzt, manche en seitliche Anhänge, die beweglich sind und ent- er zum Gehen, oder zum Schwimmen dienen; im ern Falle sind es meist Borstenbüschel, welche die rfläche der Bewegungsorgane vermehren. Der Kopf Larven ist zuweilen, namentlich bei den Zwei- flern, ebenso weich und der Ausdehnung fähig, wie übrigen Körperringe, besitzt hingegen bei den igen eine hornige Beschaffenheit und trägt bei n die Mundwerkzeuge, die indessen oft ver- mert erscheinen. Im allgemeinen sind Kauwerk- ge die Regel, Saugwerkzeuge die große Ausnahme den Larven; denn nicht nur die Larven aller kauen- Insekten, sondern auch diejenigen der Schmetter- ge und der meisten Zweiflügler, die als Bilder gen, kauen während ihres Larvenzustandes; nur einigen kopflosen Fliegenlarven und bei einigen utflüglern, die im Larvenzustande schmarotzen, zeigt eine von weichen Wärzchen umgebene Mundöffnung, hauptsächlich nur zum Schlürfen von Flüssigkeit ignet erscheint. Von den früher beschriebenen Mund- rkzeugen kommen die Kiefer fast durchgängig in nlicher Gestalt vor, wie bei dem vollkommenen In- t, und namentlich unterscheidet man sehr leicht die efer der pflanzenfressenden Larven durch ihre breite stalt und ihre innern Zähnelungen von den scharfen kenkiefern der Fleischfresser. Bei einigen Larven, zu der letzten Gruppe gehören, sind die Kiefer bis ihrer Spitze durchbohrt und keine eigentliche Mund- nung vorhanden. Die Larven schlagen die haken- rmigen Kiefer in den Leib ihrer Opfer und saugen nn durch die Kieferkanäle die Körperflüssigkeit der- ben ein. Die Oberlippe fehlt öfter, hat aber sonst e Form, die sie bei dem vollendeten Insekt zeigt. ie Kinnladen sind gewöhnlich vorhanden, meist aber r kegelförmig und ohne Lappen; die Unterlippe ist sonders bei denjenigen Larven ausgebildet, welche h eine Puppenhülse spinnen, da sie in den meisten llen die Oeffnung der Spinndrüsen trägt. Die aster sowol der Kinnladen als der Lippe sind ge- öhnlich nur sehr klein, kegelförmig und zweigliederig. ie Fühler scheinen weit häufiger zu fehlen und stehen ewöhnlich dem Munde weit näher als bei dem aus- ebildeten Insekt; sie haben meist nur wenige Glieder nd in allen Fällen weniger als bei dem Bilde, und önnen bei vielen Larven willkürlich aus- und ein- ezogen werden, was keinem ausgebildeten Insekt mög- lich ist. Keine Larve besitzt zusammengesetzte Augen; viele sind gänzlich blind und die meisten haben nur wenige einfache Augen, welche gehäuft zu beiden Seiten des Kopfes stehen und aus denen sich später die zu- sammengesetzten Augen des Bildes entwickeln.

Fast alle Larven, besonders aber die pflanzenfressen- den, besitzen einen sehr großen und weiten Darm- kanal, welcher fast die ganze Höhle des Körpers ausfüllt. Der Chylusmagen ist davon der größte Theil. Bei den Fleischfressern ist der Darmkanal im ganzen demjenigen der erwachsenen Insekten ähnlich, und wird es noch mehr während des Puppenlebens, wo er sich allmählich der bei dem Bilde vorkommen- den Form annähert. Die Speicheldrüsen und Harn- gefäße sind bei den Larven meistens in derselben Weise wie bei den Bildern angeordnet; außerdem aber zeichnen sich die Larven, welche sich eine Puppenhülse spinnen, oder sich nur mit einigen Fäden befestigen, durch eigen- thümliche Spinndrüsen aus, welche aus zwei langen gewundenen Schläuchen bestehen, die durch ein feines Löchlein in der Unterlippe ausmünden und besonders gegen das Ende des Larvenlebens in bedeutendem Grade entwickelt sind. Der klebrige Stoff, welchen diese Drüsen absondern, erhärtet an der Luft sogleich zu einem feinen Seidenfaden, den die Larve durch Drehungen und Wendungen des Kopfes so zu ver- weben weiß, daß das Gewebe die Puppe mehr oder minder einhüllt. Jedes Larvengespinst besteht dem- nach nur aus einem einzigen Seidenfaden, der ab- gesponnen werden kann, aber zu industriellen Zwecken viel zu fein ist. Außer diesen beiden Hauptorganen der Larven, dem Darmkanale und den Spinndrüsen, findet man noch das Rückengefäß meist in höherm Grade entwickelt als bei dem Bilde, und das lang- gestreckte Bauchmark, aus einzelnen distanzirten Knoten von fast gleicher Größe zusammengesetzt. Die Ge- schlechtsorgane sind in höchst rudimentärem Zu- stande vorhanden und bestehen hauptsächlich nur aus den innern, keimbereitenden Organen, die noch außer- ordentlich klein und schwer aufzufinden sind. Die meiste Verschiedenheit von dem Bilde zeigen die Athemorgane vieler Larven, welche im Wasser leben. Die an freier Luft lebenden Larven haben stets Stigmen und einfach verzweigte Luftröhren ohne blasenförmige Erweiterungen; zuweilen sind die Stigmen unter Falten verdeckt, in andern Fällen mit einer sieb- artig durchlöcherten Hornplatte verschlossen; bei vielen im Wasser oder im Schlamme lebenden Larven ist der Hinterleib zu einer Athemröhre ausgezogen, welche von den Larven an die Oberfläche des Wassers gebracht wird, sodaß sie von dort her unmittelbar Luft schöpfen. In dem Puppenzustande werden diese am Hinterleibe angebrachten Athemröhren meist in die Nackengegend versetzt. Die mit solchen Athemröhren versehenen Larven und Puppen müssen begreiflicherweise die Oeff- nungen derselben stets an die Oberfläche bringen, um Luft schöpfen zu können, während dies bei den Larven nicht nöthig ist, welche sogenannte Tracheenkiemen besitzen. Es sind diese Organe zarte Hautfortsätze in Form von Büschelhaaren, Federn oder Blättchen, welche zu beiden Seiten des Leibes stehen, und in denen unter der zarten Hautbedeckung sich sehr dünne, ge- schlossene Luftröhren vielfach verzweigen. Bei andern Larven ist sogar die ganze, dünne Hautoberfläche gleich- sam der Repräsentant dieser Kiementracheen, während besondere Anhänge dieser Art fehlen. Offenbar geht die Athmung mittels dieser nach außen geschlossenen Luftröhren in der Weise vor sich, daß die Luft durch die dünnen Hautüberzüge hindurch aus dem Wasser abgeschieden wird und nun in den Luftröhren circulirt.

Bei einigen Larven sind diese Tracheenkiemen sogar in dem weiten Mastdarme versteckt, der durch besondere Klappen befähigt ist, abwechselnd Wasser einzunehmen und wieder von sich zu geben.

Gegen das Ende des Larvenlebens, das bei vielen Arten nur wenige Tage oder Wochen, bei andern aber vieleJahre dauert — wie denn namentlich die im Holz und in der Erde lebenden Larven viel länger leben als diejenigen, die sich in faulenden Stoffen aufhalten —, bereitet die Larve ihre Umwandlung zur Puppe vor. Sie frißt nicht mehr, entleert den Darmkanal und sucht die zur Verpuppung geeignete Stelle auf. Die einen spinnen sich eine Hülle, die andern bohren einfach Löcher in die Erde oder verbergen sich in Mulm und unter faulenden Stoffen; viele bleiben noch eine Zeit lang in ihrer Hülle, die sie als Larve besaßen, bei andern springt die Larvenhaut unmittelbar auf, und die härtere Puppe tritt hervor. Vielen Puppen dient die eigene starre Larvenhaut als Hülle. Die Form der Puppe selbst ist sehr verschieden und ebenso ihre Beziehung zu dem künftigen Insekte. Bei den meisten Zweiflüglern findet man die sogenannten Tönnchenpuppen mit harter Bedeckung in Form eines Fasses oder eines Schiffchens und ohne die mindeste Beziehung zu der Gestalt des Bildes. Der Körper des Insekts, welcher sich in dieser Tonne ausbildet, erscheint meist ungemein zusammengepreßt, sodaß die ausgekrochene Fliege kaum zur kleinen Puppe zu gehören scheint und sichtlich nach dem Ausschlüpfen durch Einpumpen von Luft anschwillt. Bei andern erscheint die Puppe hart, eckig, aus hornigen Ringeln zusammengesetzt, gewöhnlich mit undeutlicher Sichtbarkeit der Füße und Flügel. Bei den am höchsten stehenden Insekten endlich sieht man unter der zartern Puppenhaut alle Theile des Bildes vollkommen ausgeprägt, sodaß das Ausschlüpfen des vollkommenen Insekts gleichsam nur eine Entfaltung der in der Puppe zusammengelegten Organe darstellt. Während des Puppenlebens, dessen Dauer verschieden ist, aber doch wol selten die eines Jahres übersteigt, bilden sich auf Kosten des Fettkörpers der Larven insbesondere die Geschlechtstheile aus, sodaß die meisten Bilder fast unmittelbar nach ihrem Ausschlüpfen befruchtungsfähig sind. Die früher gestreckte Ganglienkette des Bauchmarks verkürzt sich bei denjenigen Gattungen, welche verschmolzene Knoten besitzen, und der Darmkanal sowie die Mundwerkzeuge bilden sich aus der Larvenform zu derjenigen des Bildes um. Dieses erscheint endlich, indem es die Puppenhülle sprengt, in seiner definitiven Gestalt, anfangs mit weichen, verkrumpelten Flügeln, welche durch Eintritt von Blut und Luft sich strecken und erhärten.

Die Lebensweise der Insekten und ihrer Larven ist so mannichfaltig, daß keine allgemeine Schilderung davon gegeben werden kann. Es gibt fast keinen Stoff, von dem sich nicht Insekten nähren, keinen Ort, wo nicht welche wohnen. Direct nützlich sind dem Menschen nur höchst wenige, Heuschrecken und holzbohrende Käferlarven als Nahrung, Bienen zur Erzeugung von Wachs und Honig, und Seidenwürmer für Bekleidungsstoff; indirect sind einige fleischfressende Insekten nützlich (Laufkäfer, Ameisenlöwen, Blattlausfresser), indem sie schädliche Feinde vertilgen. Die größte Zahl der Larven besonders ist dem Menschen schädlich durch Vertilgung ihm werthvoller Gegenstände, Nahrungsmittel, Kleider, Holz, kurz alles, was benagt werden kann, oder auch als Schmarotzer auf seinem Leibe. Die geistigen Eigenschaften vieler Insekten stehen sehr hoch, und aus den Handlungen vieler läßt sich mit völliger Bestimmtheit nachweisen, daß sie mit Bewußtsein aus erlangten Thatsachen Schlüsse ziehen und sich dieselben nutzbar

Wir nehmen folgende Ordnungen an:

Geradflügler (Orthoptera). Kauende Mundtheile; unvollkommene Verwandlung. Hinterflügel der Länge nach gefaltet.

Urflügler (Archiptera). Kauende Mundtheile. Unvollkommene Verwandlung; Hinterflügel gestreckt; Kiemen tragende Larven im Wasser.

Netzflügler (Neuroptera). Kauende Mundtheile; vollkommene Verwandlung; Flügel ähnlich den vorigen.

Fächerflügler (Strepsiptera). Mundtheile unbekannt. Vorderflügel verkümmert. Weibchen schmarotzend.

Käfer (Coleoptera). Kauende Mundtheile; vollkommene Verwandlung. Vorderflügel hornig.

Hautflügler oder Immen (Hymenoptera). Kauende Mundtheile; vollkommene Verwandlung; vier gleichartige Flügel.

Schmetterlinge (Lepidoptera). Saugende Mundtheile; vollkommene Verwandlung; vier farbig beschuppte Flügel.

Zweiflügler (Diptera). Saugende Mundtheile; vollkommene Verwandlung; Hinterflügel verkümmert.

Halbflügler (Hemiptera). Saugende Mundtheile; unvollkommene Verwandlung; vier Flügel.

Ordnung der Geradflügler (Orthoptera).

Insekten mit kauenden Mundtheilen; paariger Unterlippe und unvollkommener Verwandlung. Vorderflügel verschieden. Hinterflügel netzaderig und in der Ruhe der Länge nach gefaltet. Prothorax frei beweglich. Hinterleib festsitzend, nie gestielt.

Gruppe der Geselligen (Socialia). Leben wie unsere Ameisen und Bienen, in Staaten zusammen, die von verschieden gestalteten Individuen zusammengesetzt sind.

Familie der Termiten oder weißen Ameisen (Termitida). (Taf. 25, Fig. 1—8: Termes lucifugum von Bordeaux. Fig. 1 Arbeiter, Fig. 2 Soldat, Fig. 3 Larve im zweiten Stadium, Fig. 4 Nymphe erster Form, Fig. 5 Nymphe zweiter Form, Fig. 6 geflügeltes Insekt erster Form, Fig. 7 kleine Königin, Fig. 8 große trächtige Königin.) Bewohner der warmen Länder, die in Gesellschaften ähnlich denen der Bienen und Ameisen leben, deren Lebensart und Verhältnisse aber noch nicht so genau ermittelt sind. Die vollkommenen Insekten, welche geflügelt sind, haben einen runden Kopf mit vorstehenden Augen, Nebenaugen, kurzen, rosenkranzartigen Fühlern und Kauwerkzeugen mit einer vierspaltigen, bis auf den Grund getheilten Lippe. Die Flügel sind äußerst zart, dünnhäutig, mit schwachen Längsadern durchzogen, stehen auf kurzen Stummeln und fallen bei beiden Geschlechtern leicht ab. Die Tarsen sind viergliederig. Die männlichen Individuen haben einen länglichen Hinterleib, ebenso die jungfräulichen Weibchen. Nach der Begattung schwillt der Leib der letztern unverhältnißmäßig an und bildet endlich einen ungeheuern Eiersack, in Hunderttausende von Eiern nach und nach ablegt. Die geflügelten Männchen und Weibchen haben, wie die Larven und Nymphen, zwei Formen, eine große und eine kleine; sie verlassen zu gewissen Zeiten in Schwärmen den Stock, und begatten sich außen; die befruchteten Weibchen werden zurückgebracht, und zwar hat jede Wohnung nur ein solches Weibchen (Königin) in der

nderer Zelle, während die Männchen zu Grunde hen. Außerdem finden sich in den Wohnungen underttausende von Individuen, deren Körpergestalt rjenigen der Männchen (ohne Flügel) gleicht und ie besonders zum Arbeiten taugen. Diese Arbeiter ben einen runden Kopf mit deutlichen Augen und enig vorstehenden Kiefern. Außer diesen die Larven nd Nymphen der zwei Geschlechtsformen. Endlich ne vierte Art von Individuen, von denen man noch icht recht weiß, ob es Geschlechtslose oder Larven nd, haben einen großen cylindrischen Kopf ohne ugen, mit spitzer Schnauze und langen, scharfen, rkt gekreuzten Hakenkiefern. Sie sind weit weniger hlreich als die Arbeiter, deren Thätigkeit sie zu beufsichtigen scheinen. Sie vertheidigen besonders die Wohnung, weshalb man sie auch Soldaten genannt at, und beißen sich mit wüthender Energie fest, sodaß an sie zerstückeln kann, ohne daß sie losließen.

Die Termiten sind weit kleiner als unsere Ameisen, ber weit zahlreicher in ihren Wohnungen. Sie arbeiten beständig unter der Erde, oder bauen sich dunkle Galerien, die von den Wohnungen aus nach den Orten rer Thätigkeit führen. Sie nagen alles an, besonders ber trockene Pflanzenstoffe, Holz u. s. w., und zerstören dieselben von innen heraus, sodaß man erst beim Zusammenbrechen der vollständig ausgehöhlten Stämme, Möbel u. dgl. bemerkt, daß diese schädlichen Nager ch eingenistet haben. Ihre Nester und Wohnungen auen sie meist von gekauter Erde, die schnell erhärtet. Reist bilden sie kegelförmige Erhöhungen, die oft Mannshöhe erreichen. Zuweilen werden die Nester uch auf Baumästen angelegt, wo dann bedeckte Gaerien zur Erde führen. Im Innern dieser ungeheuern Nester findet man eine große halbrunde Zelle, die von em befruchteten Weibchen bewohnt wird und deren Zugänge so eng sind, daß das Weibchen sie nicht verlassen kann. Es wird dort von den Arbeitern gefüttert und die von ihm gelegten Eier sogleich in benachbarte Zellen geschafft, wo sie von den Arbeitern esorgt werden. Die Zellen für die Eier und jungen Larven bestehen aus gekautem und zusammengeklebtem Holz. Im Umkreis sind die Wohnzellen für Arbeiter nd Soldaten, und von hier aus gehen die Galerien nach außen, anfangs schief abwärts und oft von einem Fuß Durchmesser nach allen Seiten hin, bis sie in großer Entfernung an der Oberfläche vertheilt auslaufen. Die Termiten sammeln ebenso wenig wie die Ameisen Vorräthe ein. In Rochelle eingeschleppt, hat ich dort eine Art eingeheimst, bei welcher ebenfalls wei Formen von Männchen und Weibchen vorkommen, kleinere im Mai, größere im Herbst.

Gruppe der eigentlichen Geradflügler (Ulonata). helm an der Kinnlade. Lederartige Vorderflügel.

Läufer (Cursoria).

Die Schaben oder Kakerlaken (Blattida) haben einen abgeplatteten, rundlichen oder linsenförmigen Körper und einen kleinen herzförmigen Kopf, der senkrecht unter der Vorderbrust steht und meist ganz von ihr bedeckt wird. Fühler sehr lang fadenförmig; Augen klein; Nebenaugen zwei, kaum bemerkbar. Kiefer sehr stark, breit, mit vier bis sechs Zähnen am Innenrande; Kinnladen behaart, Helm oval; Ladentaster fünfgliederig; Unterlippe ganz gespalten, Lippentaster fünfgliederig, Brust schildförmig, fast dreieckig, Vorderflügel sehr breit, dünn, mit dünnerm Innenrande; Unterflügel groß, dreieckig; beide meist sehr verschieden bei beiden Geschlechtern. Eine Gattung (Polyzostera) ist ganz flügellos; bei andern (Heterogamia) haben nur die Männchen Flügel. Bei den eigentlichen Schaben (Blatta; Periplaneta) sind beide Geschlechter geflügelt. Füße — Schreitfüße — alle gleich; Tarsen fünfgliederig, mit zwei Krallen und Fußballen dazwischen. Am Hinterleibe seitlich gegliederte, stachelartige Anhänge. Unangenehme, nächtliche Thiere von schwärzlicher Farbe, die sehr schnell laufen, das Licht fliehen, äußerst gefräßig sind und sich von trockenen Pflanzenstoffen, besonders aber von allen Arten trockener Nahrungsvorräthe für Menschen ernähren. Sie suchen deshalb vorzugsweise Häuser und warme dunkle Schlupfwinkel auf. Einige Arten haben sich über die ganze Erde verbreitet. Zu diesen gehört unsere Küchenschabe, Blatta orientalis (Taf. 25, Fig. 9, das Männchen). Die Eier werden noch im Leibe der Mutter zu vierzig und mehr von einem besondern lederartigen Cylinder eingeschlossen und in dieser Hülle gelegt.

Schreiter (Gressoria).

Die Familie der Gespenstschrecken (Phasmida). Thiere mit oft langgestrecktem, stabförmigem Leibe, von seltsam sparrigem, ungelenkem Ansehen, meist von bedeutender Größe. Kopf eirund, nach vorn gerichtet; Augen klein aber stark vorstehend, kugelig; Nebenaugen meist undeutlich. Oberlippe groß, tief ausgeschnitten; Kiefer klein, gezähnelt; Unterlippe viertheilig, bis auf den Grund gespalten; Lippentaster groß, dreigliederig; Kinnladentaster fünfgliederig. Fühler fadenförmig, stets kürzer als der Leib. Flügel fehlen oft gänzlich; obere fast stets sehr kurz, sodaß die Unterflügel noch immer ein oberes lederartiges Deckfeld haben. Beine meist lang und dünn, alle zum Gehen eingerichtet; die hintern Schenkel sind nicht dicker als die vordern, oft aber alle mit blattartigen Lappen und Leisten verziert. Die flügellosen Larven zeigen meist diese Anhänge und Stacheln weit stärker entwickelt. Tarsen fünfgliederig. Träge Insekten der tropischen Gegenden, die sich in Gefahr steif machen, nur von Pflanzen leben und, wie das Wandelnde Blatt (Phyllium siccifolium, Taf. 25, Fig. 11), täuschend in der Ruhe dürren Blättern oder Stäbchen Holz ähnlich sehen.

Fangheuschrecken (Mantida). Körper langgestreckt; Kopf klein, senkrecht gestellt; drei deutliche Nebenaugen; Augen sehr vorstehend; Fühler meist fadenförmig oder selbst doppelt gekämmt. Kiefer klein, aber sehr stark und vielfach gezähnt. Unterlippe vierlappig. Der merkwürdigste Theil des Körpers ist die Vorderbrust, die meist sehr lang, dünn, dachförmig ist und halb aufgerichtet getragen wird, indem an ihrem vordern Theile die Greiffüße sitzen. Flügel meist groß, den Hinterleib ganz deckend. Füße sehr verschieden gestaltet; das erste Paar ist sehr groß, die Hüfte sehr lang; der Schenkel lang, dünn, hoch; an seiner hintern Seite mit einem Falze versehen, an dem Stacheln sitzen und in welchen die ebenfalls gezähnelte und gestachelte Schiene wie eine Taschenmesserklinge eingeklappt werden kann. Diese Füße werden beim Gehen stets erhoben und eingeschlagen getragen, sodaß man glaubte, die Insekten gingen in betender Stellung einher. Sie leben aber nur vom Raube, beschleichen ihre Beute oder verfolgen sie im Fluge und fangen sie zwischen den Scheren der Greiffüße, worin sie auch das Thier beim Fressen halten. Die Fangheuschrecken sind sehr gefräßig, zornig, greifen sogar kleine Eidechsen und ähnliche Thiere sowie einander selbst mit äußerster Wuth an und sind besonders ausgezeichnet durch ihren beweglichen Kopf, den sie beständig nach allen Richtungen hin drehen, um nach Beute zu spähen. Meist in südlichen Gegenden, nur eine Art, das Weinhähnel,

Gottesanbeterin (Mantis religiosa, Taf. 25, Fig. 10), geht nördlich in Deutschland bis zur Mainlinie.

Springer (Saltatoria). Die Schenkel der hintern, langen Sprungbeine verdickt.

Familie der Grabschrecken oder Grillen (Gryllida). Die Fühler sind sehr lang, fein, borstenförmig, in Höhlen eingelenkt; das mittlere Nebenauge verschwommen, die beiden seitlichen deutlich; die Vorderflügel liegen in der Ruhe horizontal auf dem Hinterleib auf und sind weit kürzer als die Flügel, welche meist breit aber ungefärbt sind und riemenförmig oder in Spiralform aufgerollt auf dem Leibe liegen. Den Ameisenheimchen (Myrmecophila) fehlen die Flügel durchaus. Die Füße sind sehr verschieden gestaltet, obgleich stets mit dreigliederigen Tarsen versehen. Bei den einen sind die Vorderfüße gewöhnlich, bei den andern sind sie außerordentlich verbreitert, kurz, dick, schief nach außen gestellt und zu mächtigen Grabwerkzeugen umgestaltet; bei einigen sind die Hinterfüße außerordentlich lang und unübertreffliche Springwerkzeuge (Tridactylus), bei andern schwächer. Die Männchen haben auf der Rückseite der Flügeldecken vorstehende unregelmäßige Rippen, welche sie heftig aneinanderreiben, wodurch das laute Geschrille der Thiere entsteht. Alle diese Schrecken nähren sich von Pflanzen und leben in Erdlöchern, Ritzen und Spalten. Die Maulwurfsgrille (Gryllotalpa, Werre, Riedwurm; Taf. 25, Fig. 13) gehört hierher. Das Weibchen legt seine Eier im Juni ½ Fuß tief unter die Erde in Wiesen; die Larven, die kleinen Ameisen gleichen, bleiben anfangs zusammen und zeigen ihre Gegenwart durch rundliche, gelbe Flecken an, wo sie die Graswurzeln zerfressen haben; sie überwintern zerstreut und vollenden ihre Entwickelung im Mai des nächsten Jahres. Die Heimchen (Gryllus) im Felde und in Häusern (Acheta domestica, Fig. 12), die Ameisenheimchen (Myrmecophila) in Ameisenhaufen.

Die Laubschrecken, Heupferde (Locustida), unterscheiden sich von den Grillen durch einen weit längern Körper, durch ihre sehr feinen und langen Fühlhörner, durch die langen Flügeldecken, welche nicht horizontal, sondern dachförmig in der Ruhe liegen und die Unterflügel fast stets gänzlich decken, sowie durch die viergliederigen Tarsen, die mit breiten, herzförmigen doppelten Fußballen versehen sind. Beide Geschlechter sind gleich groß; die Männchen haben in dem aufliegenden Theile der rechten Flügeldecke einen rundlichen durchsichtigen Spiegel, von einem ringartigen erhabenen Nerven umgeben und im linken Flügel, der meist auf dem rechten liegt, an der entsprechenden Stelle stark vorspringende Rippen. Beide Theile werden mit großer Schnelligkeit aufeinandergerieben und erzeugen so das Singen. Die Weibchen haben einen langen, meist gekrümmten Legesäbel. In Wäldern und Gebüschen, auf trockenen Wiesen; springen weit besser als die vorigen; brauchen die Flügel meist nur als Fallschirme; fressen Laub und Gräser, werden aber selten durch ihre Zahl schädlich.

Die Schnarrschrecken, Feldheuschrecken (Acridida). Körper kürzer, gedrängter; Fühler kurz, stets kürzer als der Körper. Die Punktaugen sind meist sehr deutlich; die Stirn dreieckig, oft zwischen den Augen spitz vorstehend. Das Gehörorgan, welches bei den beiden vorigen Unterfamilien in den Schienen der Vorderbeine liegt, findet sich hier am ersten Bauchringe dicht über den Hüften.

Die Legescheide des Weibchens besteht nicht aus seitlichen, sondern zwei obern und zwei untern Stücken. Die Tarsen sind dreigliederig; die Sprungbeine meist sehr stark; die Flügel groß, mächtig, häufig schön gefärbt; die Stimme wird dadurch hervorgebracht, daß die Männchen mit den rauhen Hinterschenkeln am Rande der Flügeldecken geigen. Die Thiere fliegen mehrern und leicht und vereinigen sich oft in Schwärmen. Zu ihnen gehört die Wanderheuschrecke (Acridium migratorium, Taf. 25, Fig. 15) der südlichen Gegenden, deren Heere wolkenartig heranziehen und durch ihre unsägliche Gefräßigkeit und zahllose Menge so vielen Schaden anrichten.

Gruppe der Hautflügler (Dermatoptera). Hinterflügel doppelt eingeschlagen.

Familie der Ohrwürmer (Forficulida). Der gemeine Ohrwurm, Forficula auricularia (Taf. 25, Fig. 16). Der Körper ist langgestreckt, schmal, der Hinterleib nur im Anfange von den kurzen Flügeldecken bedeckt. Der Kopf rundlich oder dreieckig; die Fühler ziemlich lang, fadenförmig, aus 12 bis 40 Gliedern zusammengesetzt; die Augen klein, kreisrund, die Nebenaugen fehlen. Der schief nach vorn gerichtete Mund zeigt eine halbrunde Oberlippe, dreieckige, innen scharfe, vorn mit zwei Hakenzähnchen besetzte Kiefer; schwache, zweizähnige Kinnladen mit schmalem Helm und fünfgliederigen Tastern, deren erste beide Glieder sehr kurz sind und eine bis zum Grunde gespaltene Unterlippe mit dreigliederigen Tastern. Die Flügeldecken sind meist kurz, lederartig; die Unterflügel bestehen aus einem schmalen, lederartigen Stück, etwas länger als die Flügeldecken, an welchem ein großes, halbkreisförmiges von durchsichtiger Haut gebildetes Stück befestigt ist. Dieses häutige Flügelstück legt sich fächerartig zusammen, und zwar stoßen die Falten am äußern Ende des Lederstücks zusammen, sodaß also die Faltung ganz der bei den Ulonaten gewöhnlichen gleich ist. Der gefaltete Fächer knickt sich aber noch einmal quer in der Mitte ein, wie dies bei den Käfern geschieht, und der so eingeknickte Flügel wird nun unter das Lederstück des Unterflügels geschoben, sodaß der Unterflügel in der Ruhe ein dreifach zusammengeknicktes Packet bildet, das den größten Theil des Hinterleibes freiläßt und ganz unter der Flügeldecke steckt. Die Beine sind schwach, die Tarsen dreigliederig, das Endglied mit zwei Krallen, zuweilen auch mit einem kleinen Ballen versehen. Der Hinterleib der Männchen hat neun gleichgroße, der des Weibchens sieben große und zwei rudimentäre Ringe und ist am Ende mit einer gebogenen Zange bewaffnet, die beim Männchen merklich länger und gezähnelt ist.

Die Ohrwürmer sind sehr unschädliche Thiere, die gern dunkle Schlupfwinkel aufsuchen, sich von Früchten, süßen Pflanzensäften nähren und erst abends lebhaft werden. Die Mutter schützt mit ihrem Leibe sowohl die Eier als auch die Larven, die den Alten bis auf die fehlenden Flügel sehr ähnlich sehen.

Gruppe der Nager (Corrodentia). Die beiden Flügelpaare gleichartig, mit wenigen Adern, nicht zusammenfaltbar.

Die Bücherläuse (Psocida), Holzlaus, Psocus lineatus (Taf. 25, Fig. 17) haben einen breiten Kopf, vorquellende Augen, borstenförmige, kurze Fühler und im Dreieck stehende Nebenaugen. Die Flügel sind entweder sehr groß, häutig, durchsichtig, mit wenig netzartigen Adern durchzogen, oder fehlen ganz. Hinterleib kurz; Füße dünn, lang; Tarsen nur zweigliederig. Die Kauwerkzeuge sind schwach, die Kiefer hornig; die Kinnladenpalpen dick, cylindrisch, fünfgliederig; die Lippentaster sehr dünn. Kleine, weiche, schnelle Insekten, die an dunkeln Orten leben; unter Rinden, in

en Büchern und Sammlungen werden besonders Larven häufig gefunden.

Der vorigen Familie stehen sehr nahe die Em=en (Embida), vereinzelt lebende südliche Insekten festhaftenden Flügeln, die auf keinem Stummel en, angeschwollenen Füßen, dreigliederigen Tarsen nur zweispaltiger Unterlippe.

lbweichende Gruppen von zweifelhaftem Charakter.

Die Familie der Blasenfüße (Physopoda) besteht kleinen, höchstens eine Linie langen Insekten, die ist auf Blumen, Blättern, Baumrinden leben, schnell gewandt umherlaufen und ziemlich behend springen, em sie den umgeschlagenen Hinterleib in ähnlicher eise wie die Poduren ihre Springgabel als Schnell=er benutzen. Der Leib ist lang, schmal, flach; der pf senkrecht gestellt, der Mund nach unten gerichtet; Fühler achtgliederig, fadenförmig; hinter ihnen en drei im Dreieck gestellte Nebenaugen; die Augen groß, vorragend. Mundtheile im ganzen einen iedigen Rüssel bildend; Oberlippe dreieckig; Kiefer rstenförmig; Kinnladen klein, an die große Unter=pe festgewachsen; Lippen= und Ladentaster zwei= bis eigliederig. Flügel schmal, lanzettförmig, am Rande t feinen langen Haaren besetzt; Vorder= und Hinter=gel ganz gleich, durchsichtig, nur mit parallelen ngsadern. Beine kurz, die Tarsen nur zweigliederig d das letzte Glied mit einem runden Saugnapf ver=en; ohne Spur von Klauen. Sie nagen besonders Oberhaut der Pflanzen und Blumenblätter ab. ie abgebildete Art, die sehr vergrößert ist (der Ge=eide=Blasenfuß, Thrips cerealium, Taf. 25, g. 21) thut als Larve und vollkommenes Insekt dem etreide Schaden.

Gruppe der Springschwänze (Thysanura). Flügel=s, mit mikroskopischen, oft metallglänzenden Schuppen d Haaren besetzt, einfache, zu Gruppen zusammen=stellte Augen, mit Borsten oder Springgabeln am nde des Körpers.

Die Familie der Gabelspringer (Podurida) ver=nigt eine Anzahl kleiner, meist schlanker, flügelloser nsekten, die man an feuchten, schattigen Orten, auf m Wasser und selbst auf Schnee und Eis in großen aufen zusammenfindet. Der Kopf ist stets deutlich gesetzt, abgerundet, dreieckig oder etwas länglich und it deutlichen, borstenförmigen, kurzen, meist vier=iederigen Fühlern versehen, hinter denen auf vor=genden Wülsten jederseits sechs bis acht einfache ugen zu einer Gruppe vereinigt stehen. Die Mund=ertzeuge werden von zwei großen Lippen gebildet, elche die Mundöffnung gänzlich schließen und die gentlichen Kauwerkzeuge bedecken; diese bestehen aus ei starken, gezähnelten Kiefern und zwei hakig ge=ümmten, ebenfalls gezähnelten Kinnladen, mittels eren die Thiere ihre Nahrung, zarte Pflänzchen und ulende Pflanzenstoffe, zerkleinern; Taster fehlen durch=us. Der ganze Körper ist mit einzeln stehenden haaren und sehr feinen, oft metallglänzenden Schupp=en bedeckt, die sich sehr leicht abstreifen. Die Füße nd meist schlank und behaart. Außer ihnen besitzen der die meisten Gabelspringer ein höchst eigenthüm=liches Bewegungsorgan, in Gestalt zweier gabelförmig estellter Borsten, die an dem hintersten Gliede des Unterleibes auf einem besondern Gelenkknopfe stehen. Gewöhnlich wird diese Springgabel beim Gehen wag=recht nach hinten gestreckt; sobald aber das Thier springen will, so schlägt es die Gabel unter den Bauch, und indem es sie plötzlich wie eine Feder los=schnellen läßt, schleudert sich das Thierchen oft fußweit fort. Außer dieser Springgabel, die nur sehr wenigen Arten fehlt, besitzen manche dieser Insekten noch ein eigenthümliches Haftorgan, das in Form eines klebrigen Knopfes oder zweier langer, beweglicher Schläuche aus der Unterfläche des Hinterleibes hervortritt und zum Anheften an glatten Flächen dient.

Die abgebildete, stark vergrößerte Art (der Gletscherfloh, Desoria glacialis, Taf. 25, Fig. 23) findet sich auf den Gletschern unter Steinen und auf den Wasserlöchern.

Den vorigen nahe verwandt ist die Familie der Zuckergäste (Zuckergast, Lepisma saccharina, Taf. 25, Fig. 22), kleine, meistens silberglänzende Thierchen von spindelförmiger Gestalt, deren Körper überall dicht mit feinen mikroskopischen Schüppchen bedeckt ist und stets aus vierzehn deutlichen Ringeln besteht. Der Kopf ist meist klein, tief unter dem ersten Halsringe verborgen, die Brustringe in der Gestalt nicht von den Ringen des Hinterleibes verschieden. Die Fühler sind lang, borstenförmig, aus vielen Gliedern zusammengesetzt; die einfachen Augen in bedeutender Zahl auf zwei seitlichen Haufen vereinigt. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei kleinen hakenförmigen Kiefern, kleinen dünnen Kinnladen, die aber sehr lange, vielgliederige, wie ein zweites Paar Fühlhörner vor dem Kopfe vorstehende Taster tragen, und einer Unterlippe mit kurzen viergliederigen Tastern. Am Hinterleibe der Thiere befinden sich vielfach geringelte lange Borsten, mittels deren eine Gattung in ähnlicher Weise wie die vorige Familie springt. Die Thiere finden sich unter dem Moose, auf Steinen und auch in den Häusern, schweifen aber besonders bei Nacht umher.

Die Familie der Pelzfresser (Mallophaga), welche auf Säugethieren und Vögeln schmarotzt, durchaus flügellos und im äußern Ansehen den Läusen ähnlich ist, zeigt einen deutlich abgesetzten Kopf von dreieckiger oder halbrunder Gestalt, der oft mit sonderbaren Spitzen besetzt ist. Die Fühler sind fünfgliederig, die Mundwerkzeuge zum Kauen eingerichtet. Sie haben nämlich zwei deutliche, hakenförmige Kiefer, welche von oben und unten durch zwei breite Lippen bedeckt sind. Bei einigen Gattungen sind außerdem noch dünne, schwache Kinnladen mit kurzen, zweigliederigen Tastern vorhanden; andern Gattungen fehlen nur die Taster, oder auch die Kinnladen selbst. Die Füße sind meist schlank, gewöhnlich mit kurzen, einfachen Krallen bewaffnet. Die Thierchen laufen sehr schnell zwischen den Federn und Haaren ihrer Wohnthiere umher; sie nähren sich niemals von Blut, sondern fressen den feinsten Flaum und die jungen sprossenden Haare ab; nach dem Tode des Vogels sammeln sie sich meistens an den nackten Körperstellen um Schnabel und Augen an und verlassen den Leichnam beim Erkalten. Man hat besonders auf den Vögeln eine ungemein große Anzahl von Gattungen und Arten dieser Familie gefunden.

Die abgebildete Art (Federlaus, Philopterus falcicornis, Taf. 25, Fig. 24) schmarotzt auf dem Pfau.

Ordnung der Urflügler (Architera).

Insekten mit kauenden Mundtheilen, gespaltener Unterlippe, frei beweglichem Prothorax und vier gleichmäßig ausgebildeten, meist reich gegitterten Flügeln. Die Larven, den ausgebildeten Insekten sehr unähnlich, leben alle im Wasser und besitzen entweder äußere oder innere, im Mastdarm angebrachte Tracheenkiemen. Sie verwandeln sich in das vollkommene Insekt, ohne einen ruhenden Puppenzustand durchzumachen.

Diese Ordnung bildet gewissermaßen ein Verbindungsglied zwischen den Gerad- und Netzflüglern, und mögen die Insekten, welche ihr angehören, dem Urzustande vielleicht am nächsten stehen, sodaß sie eine Art Stammgruppe bilden.

Die Florfliegen (Perlida) haben einen großen, breiten Kopf, vorstehende Augen, lange borstenförmige, weit voneinander auf der Stirn eingelenkte Fühler; sehr schwache Kauwerkzeuge, häutige kleine Kiefer, dagegen lange vorragende innere und äußere Kinnladenpalpen und Lippentaster. Die Flügel werden in der Ruhe gefaltet und übereinandergelegt, sodaß das Insekt sehr schmal aussieht; sie haben mehr Netzadern als bei den vorhergehenden Familien. Die Füße sind lang, fein, die Tarsen nur dreigliederig, mit einem Ballen zwischen den Klauen versehen. Der Hinterleib trägt zwei mehr oder minder lange Anhänge. Die vollkommenen Insekten leben von Blumensäften; die Larven halten sich besonders gern in fließenden Gewässern unter Steinen auf, haben große hakige Kiefer und seitliche haarförmige Tracheenkiemen an den Seiten des Hinterleibes, die bei einer Gattung (Pteronarcys) sogar bei dem vollkommenen Insekt als seitliche Fäden überbleiben. Uferfliege, Perla bicaudata, Taf. 25, Fig. 18.

Bei den Eintagsfliegen (Ephemerida) sind die Kauwerkzeuge fast gänzlich verkümmert, sodaß sie kaum zu erkennen sind, namentlich fehlen die Kiefer gänzlich. Die Thiere leben kaum einen Tag als Bilder und fressen während dieser Zeit niemals, sondern häuten sich noch einmal nach dem Verlassen der Puppe, begatten sich dann abends, wo sie oft in ungemein zahlreichen Schwärmen an den Gewässern erscheinen, legen ihre Eier und sterben am nächsten Morgen. Die Fühler sind sehr kurz, dreigliederig, borstig; die Vorderflügel, weit größer als die Hinterflügel, werden in der Ruhe aufrecht getragen; die Vorderfüße sehr lang, dünn; die Tarsen viergliederig. Der sehr weiche Hinterleib trägt zwei oder drei sehr lange Haarborsten. Die Larven leben zwei bis drei Jahre im Wasser, haben deutliche hornige Kiefer und zu beiden Seiten große Büschel von Tracheenkiemen, die zugleich als Ruder dienen. Die fressenden Nymphen unterscheiden sich von den Larven nur durch die Rudimente der Flügel.

Die abgebildete Art, auch unter dem Namen Uferaas bekannt (Eintagsfliege, Ephemera vulgata, Taf. 25, Fig. 19), verpestet in wasserreichen Gegenden die Luft durch ihre faulenden Massen.

Die letzte Familie dieser Ordnung ist die der Wasserjungfern (Libellulida), (Libelle, Libellula depressa, Taf. 25, Fig. 20), bekannt wegen ihrer schlanken Gestalt und den meist schönen, durchsichtigen Schillerfarben, welche ihre Flügel zieren. Der Kopf ist groß, breit; die Augen ungeheuer, meist in großer Ausdehnung auf dem Scheitel genähert. Die Fühler sind kurz, borstenförmig, kürzer als der Kopf, meist siebengliederig, zwischen oder vor den Augen eingesetzt; an ihrer Basis stehen drei Punktaugen. Die Kauwerkzeuge sind ungemein entwickelt und äußerst scharf gezähnt, in Uebereinstimmung mit der räuberischen Lebensweise der Thiere. Die Oberlippe ist groß; die Kiefer dick, kurz, oben hakig, weiter hinten gezähnelt; die Kinnladen innen haarig, an der Spitze mit einem krummen Hornzahne und darunter mit fünf in zwei Reihen gestellten langen Hornzähnen bewaffnet (deshalb nannte man diese Familie auch Odonata); Kinnladentaster dick, borstig. Unterlippe groß, fein gespalten; die beiden Lippentaster in zwei häutige Seitenflügel umgewandelt, welche die Kauwerkzeuge von der Seite decken. Mittelbrust groß, hoch, faltig; Flügel lang, durchsichtig, fein gegittert, [illegible] geschlagen. Beine kurz, schlank, [illegible] besetzt. Hinterleib lang, schmal mit [illegible] versehen. Die Geschlechtstheile dieser [illegible] eigenthümlich gebildet. Die Ruthe [illegible] die mit einer offenen Samenblase in Verbindung ist außer aller Verbindung mit den [illegible] am Anfang des Hinterleibes unter den [illegible] sodaß die Männchen, deren Samenleiter [illegible] Leibes, am After, münden, erst die Samen [illegible] müssen, um sich begatten zu können. [illegible] bald dies geschehen ist, mit der Zange [illegible] leibes die Weibchen im Nacken, die Hinterleib gegen die Brust des Männchens [illegible] befindliche Ruthe krümmen. Die Larven [illegible] Wasser und zeichnen sich durch eine besondere [illegible] liche Bildung der Unterlippe aus, [illegible] Maske das ganze Gesicht von unten [illegible] wie ein Storchschnabel auseinandergeschoben werden kann, um als Fangwerkzeug [illegible] Die vollkommenen Insekten fliegen [illegible] und sind gefährliche Räuber kleinerer [illegible]

Ordnung der Netzflügler (Neu[illegible]

Insekten mit beißenden Mundtheilen, verschmolzener Unterlippe, freien Prothoren, vier häutigen, netzgitterten Flügeln und vollkommener Metamorphose.

Der Körper ist meist langgestreckt, [illegible] einigen nur sparsam geadert. Die Larven mannichfache Uebergänge von einer mit geführten Spaltung bis zu vollständiger zu einer Platte. Die Larven sind [illegible] gebildet; die im Wasser lebenden haben [illegible] kiemen, welche den auf dem Lande lebenden fehlen; viele haben kräftige, kauende [illegible] andern sind die Mandibula zu Saugzangen groß, spitz und der Länge nach durchbohrt, im Schlunde zusammenlaufend. Die Larven schlagen diese Saugzangen in den Insekten, welche sie aussaugen. Die [illegible] kommen geschlossen, zeigt alle Theile des Insekts, frißt nicht, bewegt sich aber zum Ausschlüpfen des Insekts gegen [illegible] ständig auf.

Familie der Plattflügler (Plan[illegible] senkrecht gestellt, Augen halbkugelig, keine Nebenaugen; Fühler fadenförmig, Unterlippe mit dreigliederigen Tastern, Vorder- und Hinterflügel fast gleich, [illegible] nicht faltbar, in der Ruhe flach aufliegend, schlank. Die entwickelten Insekten [illegible] fliegen (Hemerobius), theils Libellen oder selbst Schmetterlingen (Ascalaphus). Larven alle mit Saugzangen, vom [illegible] spinnen sich einen Cocon mit dem [illegible] organe umgewandelten Mastdarme. [illegible] uns nicht seltene Ameisenlöwe (Myrmeleon, Taf. 25, Fig. 26 das ausgebildete Insekt, [illegible] Larve in ihrem Trichter). Die platten [illegible] des Ameisenlöwen, deren Kopf und [illegible] klein sind, während die beiden Hinterleibsringe mit dem breiten Leibe verschmolzen sind, [illegible] einem vor Regen geschützten Orte, unter Dachtraufen und Steinen im Sande ein Loch an, in dessen Grunde sie mit ausgestreckten Saugzangen lauert; kleine Insekten, welche [illegible] werden augenblicklich erfaßt und ihr [illegible]

urch beschleunigt, daß ihnen der Ameisenlöwe eine adung Sand von unten her mit den Kiefern anwirft. ie Larven der spangrünen, ekelhaft stinkenden Erdellen (Hemerobius), die lange, spitz endende Fühler aben, sind langgestreckt, mit kurzen, breiten Saugngen und langen Kinnladentastern und unter dem amen Blattlauslöwen bekannt, da sie, auf Gewächsen rumkrabbelnd, sich von Blattläusen nähren.

Familie der Sumpflibellen (Sialida), kleine Netzügler mit kleinem Kopf ohne vorspringenden Mund, orstenförmigen Fühlern, deutlichen Kiefern, die innen och einen schwachen Nebenzahn haben, scharfen Kinnden mit kurzen viergliederigen Tastern und einfacher, reieckig gekerbter Unterlippe, die nur sehr kurze Taster ägt. Die Flügel sind fast gleich; die Tarsen fünfliederig. In Amerika gibt es riesenhafte Gattungen Corydalis); hier nur kleine Thiere, deren Larven im Basser leben, seitliche Büschel von Tracheenkiemen agen und aus Eiern hervorkommen, die in braunen lattenhaufen abgelegt werden.

Die Schnabelfliegen (Panorpida) (Skorpionliege, Panorpa communis, Taf. 25, Fig. 28) haben einen einen schnabelförmig verlängerten Kopf, borstenförmige eist kurze Fühler, die zuweilen federartig sind, drei lebenaugen, schneidende Kinnladen und vier Taster, on denen die Ladentaster vier- bis fünfgliederig, die ippentaster zwei- bis dreigliederig sind. Füße und lügel wechseln sehr in dieser Familie; erstere haben war stets fünf Tarsalglieder, sind aber bald sehr lang nd stachelig, wodurch die Thiere den Schnaken ähnch sehen, bald kurz und haarig; die Flügel sind meist ur wenig geadert und einander gleich, zuweilen aber hr ungleich, die hintern lang ausgezogen, ja es ibt Gattungen, wo die Weibchen ganz ungeflügelt nd.

Familie der Kamelfliegen (Raphidida), Kopf iförmig, klein; vorn breiter, hinten schmäler; Augen roß, vorgequollen; Fühler kurz, borstenförmig; Kiefer tark, spitz, krumm gebogen, mit zwei scharfen Zähnen m Innenrande unter der Hakenspitze (Kamelhalsliege, Rhaphidia crassicornis, Taf. 25, Fig. 27); Ladenaster kurz, viergliederig. Vorderbrust sehr lang, schmal, alsförmig ausgezogen; trägt bei einer Gattung (Mantispa) Raubfüße, die ganz in ähnlicher Weise gebaut nd, wie die der Fangheuschrecken; Flügel gleich, fein egittert, fast von gleicher Größe. Die Larven sind ußerst behend, leben an Baumrinden vom Raube und pinnen sich einen groben Cocon.

Die folgende Familie ist auch unter dem Namen er Haarflügler (Trichoptera) als Unterordnung usgeschieden worden.

Die Familie der Schmetterlingsfliegen (Phryanida), hat einen kleinen, etwas gebeugten Kopf, ange borstenförmige Fühler, mittelgroße Augen und rei Nebenaugen, von denen zwei zwischen den Augen, ins zwischen den Fühlern steht. Die Kauwerkzeuge ind stets verkümmert; die Kiefer fehlen ganz; die linnladen sind in der Mitte verwachsen, tragen aber roße, meist fünfgliederige Taster beim Weibchen, wähend das Männchen oft nur drei oder vier Glieder aran hat. Die Unterlippe ist schmal gekerbt, die ippentaster kurz und dreigliederig. Die Flügel sind roß, stets am Rande behaart, mit feinen Längsadern erfehen, die keine netzartige Verzweigung zeigen; die intern werden fächerartig gefaltet; die obern bilden in der Ruhe ein Dach, sodaß die Thiere manchen leinern Nachtschmetterlingen entfernt ähneln. Füße ein, Tarsen fünfgliederig. Am Hinterleibe der Weibchen findet sich eine rundliche, ziemlich bedeutende, mit hornigen Klappen umgebene Grube, worin sie Eierpackete herumtragen. Die Larven leben im Wasser, haben einen weichen rundlichen Leib mit seitlichen Haken am Ende, ziemlich lange behaarte Füße, einen hornigen Kopf und bauen sich aus Steinchen, Muschelchen, Holzstückchen eine Röhre, die sie beständig mit sich herumschleppen und worin sie sich ganz zurückziehen können. Zur Verpuppung spinnen sie auf beiden Seiten der Röhre einen gegitterten Deckel und wandeln sich in eine ruhende Puppe um, die aber wieder sehr lebendig wird, wenn die Fliege auskriechen soll. Die Puppen sprengen dann den Deckel, kriechen an Wasserpflanzen in die Höhe und kommen selbst ganz aufs Trockene, um auszuschlüpfen. Manche, wie die abgebildete Art (Frühlingsfliege, Limnophilus rhombicus, Taf. 25, Fig. 29), erscheinen an Flüssen und Seen in großer Menge und werden besonders abends lästig, indem sie nach dem Lichte fliegen.

Ordnung der Fächerflügler (Strepsiptera).

Kleine Insekten, die schmarotzend auf Wespen leben. Weibchen flügellos, die Männchen mit ausgebildeten Hinterflügeln und rudimentären, an der Spitze zusammengerollten Stummeln der Vorderflügel. Mundtheile verkümmert. Prothorax beweglich. Vollkommene Verwandlung.

Lange Zeit kannte man nur die ausgebildeten Männchen (Xenos Rossii, Taf. 25, Fig. 30), kleine kaum eine Linie lange geflügelte Thierchen, die man selten auf dem Hinterleibe von Wespen flatternd antrifft. Der Kopf ist breit, kurz, die Augen sehr groß, kugelförmig vorgequollen, gehäuft. Die Fühler sind kurz, gespalten, sodaß scheinbar vier Fühler vorhanden sind oder auch bei einer Gattung mit wenigen langen Kammblättern versehen. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei säbelförmig gekrümmten dünnen Kiefern, blattartigen Kinnladen mit dreigliederigen Tastern, die indeß von dem Thierchen gewiß nie gebraucht werden, da sie nur wenige Stunden leben und während dieser Zeit mit der Begattung beschäftigt sind. Die Füße sind kurz, die Tarsen viergliederig; die Flügel höchst eigenthümlich. Die Mittelbrust trägt zwei kurze häutige, sonderbar verdrehte kolbige Anhänge, welche einigermaßen den Schwingkolben der Zweiflügler gleichen, aber auch als rudimentäre Flügeldecken betrachtet werden können; an der Hinterbrust stehen zwei häutige große, dreieckige Flügel die nur wenige fächerartige Falten haben. Es genügen diese Flügel aber trotz ihrer Größe nicht zum freien Fluge der Thierchen, sie flattern nur tanzend auf dem Leibe der Wespen und vielleicht auch in den Nestern derselben umher, bis sie ein Weibchen gefunden haben, mit dem sie sich begatten. Zu diesem Ende tragen sie an dem zugespitzten Hinterleibe einen hornigen Hakenpenis, der nach der Seite zu eingeschlagen ist und deutlich mit den Samenleitern in Verbindung steht.

Die Weibchen dieser Thierchen bleiben das ganze Leben hindurch in einem larvenähnlichen Zustande schmarotzend im Hinterleibe der Wespen. Man nennt die Wespen, welche solche Gäste beherbergen, kurzweg stylopisirt. Bei den fortpflanzungsfähigen Weibchen ist der Leib weich, geringelt, wurmartig, weiß; Kopf und Brust dagegen sind in ein plattes, linsenförmiges Schild zusammenverschmolzen, das eine braune Farbe und hornige Beschaffenheit hat. Unter dem Vorderrande dieses Schildes sieht man die kleine, halbmondförmige Mundöffnung, die in einen weiten, geraden, blind geendeten Darm führt und neben welcher zwei fast unbewegliche hornige Stummeln die Reste der

verkümmerten Kauwerkzeuge darstellen. Mit diesem Kopfschilde steckt das Weibchen zwischen den Hinterleibsringen der Wespen in der Weise eingeklemmt, daß der wurmförmige Leib in die Hinterleibshöhle frei hineinragt, der Vorderrand des Kopfes aber nach außen schaut. Die Thiere scheinen ganz unbeweglich. Untersucht man ihren Bau genauer, so findet man in der Leibeshöhle außer dem blinden Darm eine Menge von Eiern zerstreut zwischen dem Fettkörper, und längs der Bauchseite einen platten, breiten, hinten geschlossenen Kanal, der nach vorn in das Kopfschild übergeht und mit einer schlitzartigen breiten Oeffnung, die weit größer als die Mundöffnung ist, unter dieser sich nach außen öffnet. Auf diesem Kanal stehen drei bis fünf etwas gebogene Röhren, die einerseits mit einer trompetenartig ausgeweiteten Mündung sich frei in die Leibeshöhle öffnen, andererseits in den Kanal, den wir den Brutkanal nennen, münden. Offenbar dient die unter dem Munde befindliche Schlitzöffnung dieses Kanals, die zwischen den Hinterleibsringen der Wespen hervorsteht, als Begattungsöffnung, durch welche das Männchen sein hakenförmiges Glied von außen einführt.

Die in der Leibeshöhle des Weibchens frei befindlichen Eier entwickeln sich in dieser Leibeshöhle und es erzeugen sich darin Larven, die innerhalb der Mutter auskriechen, sodaß oft der ganze Leib des Weibchens mit ausgekrochenen Larven erfüllt ist. Diese Larven sind sehr klein, sehr lebendig, von schieferblauer Farbe, weshalb man sie durch die Bauchwände des Weibchens durchschimmern sieht. Sie kriechen so lange im Leibe umher, bis sie eine der erwähnten Röhren des Brutkanals finden, durch welche sie dann in den Brutkanal klettern, den sie oft strotzend erfüllen. Durch die vordere Oeffnung desselben kriechen sie dann hinaus auf den Leib der Wespen, auf dem sie munter einherlaufen. Die Larven der Strepsipteren haben in diesem Zustande einen mehr oder minder schlanken, mit Borsten besetzten geringelten Körper, einen halbrunden Kopf, zu dessen beiden Seiten Häufchen von Nebenaugen stehen, und sechs Füße, von denen die beiden ersten Paare mit runden oder länglichen Haftlappen versehen und anders als das hintere Paar gestaltet sind. Sie laufen sehr behende und einige springen auch ebenso wie die Gabelschwänze mit Hülfe zweier Borsten, die sie am Ende des Hinterleibes tragen und unter den Leib biegen und losschnellen können. Diese muntern Thierchen, die man früher für Schmarotzer der für Larven gehaltenen Strepsipterenweibchen ansah, die aber in der That nur der erste Larvenzustand selbst sind, lassen sich von den Wespen in ihre Nester tragen und bohren sich dort in die fußlosen weichen Larven der Wespen ein, zu welchem Zwecke sie einige harte Hornstücke (undeutliche Kauwerkzeuge) am Kopfe haben.

In dem Leibe der Wespenlarven gehen die sechsbeinigen Strepsipterenlarven eine rückschreitende Metamorphose ein. Sie werfen ihre Haut ab, verlieren die Füße und verwandeln sich in eine wurmähnliche, fußlose, weiche Made mit neun Körperringeln, deutlicher Mundöffnung, die in einen blinden Darm führt, und verkümmerten Kauwerkzeugen. An der Gestalt des Kopfes sowie des letzten Hinterleibsringels kann man schon das Geschlecht dieser Maden erkennen; der Kopf der männlichen Larven ist kegelförmig gewölbt, der der weiblichen platt, schuppenförmig. Diese Maden bewegen sich sehr träge in der Leibeshöhle der Wespen herum. Kommt die Zeit ihrer letzten Verwandlung, so bohren sie den Kopf zwischen den Leibesringen der Wespen durch, bis sie dort eingeklemmt sind. Bei den weiblichen Maden besteht nun die Verwandlung darin, daß ihr Kopfschild [illegible] wird und die Oeffnung des Brutkanals [illegible] den männlichen Maden erhärtet zwar [illegible] aber die ganze Madenhaut dient, wie [illegible] zugleich als Puppenhülle, und in ihr [illegible] männliche Puppe, an der man schon [illegible] ausgebildeten Insekts zusammengeschlagen [illegible] das Männchen zum Ausschlüpfen reif, [illegible] Spitze des hartgewordenen Kopfendes [illegible] wie ein Deckel ab, und das vollendete [illegible] sich mit Mühe hervor.

Ordnung der Käfer (Coleopt[illegible]

Insekten mit kauenden Mundtei[illegible] schmolzener Unterlippe, frei beweg[illegible] thorax, hornigen, zu festen Decken umgewandelten Vorderflügeln [illegible] ständiger Verwandlung.

Man unterscheidet bei den Käfern [illegible] drei Hauptabtheilungen des Körpers, Vor[illegible] Hinterleib. Der meist rundliche oder [illegible] (Taf. 25, Fig. 33: Lederlaufkäfer, [illegible] riaceus, von oben: a Fühlhörner, b [illegible] vorstehenden Augen und Palpen, [illegible] d Flügeldecken, e Schenkel, f Schienbein[illegible] der oft schildförmig erweitert ist, steht meiste[illegible] vor und ist durch eine Art Hals von dem [illegible] ringe getrennt, zuweilen aber ganz in d[illegible] gefügt oder selbst unter ihm verborgen. [illegible] welche nur in sehr seltenen Fällen bei [illegible] der Erde oder in Höhlen lebenden Arten [illegible] stets zusammengesetzt und mit mehr oder [illegible] Facetten versehen. Sie stehen auf der Seite [illegible] ragen oft wie kleine Halbkugeln hervor, [illegible] oft nierenförmig und zuweilen so tief [illegible] daß sie in zwei hintereinandergelegene [illegible] sind. Bei manchen Gattungen springt [illegible] eine trennende Hornleiste in das Auge [illegible] Taumelkäfern (Gyrinus) existiren gar zwei [illegible] gesetzte, übereinanderliegende Augen an [illegible] von denen die höhern nach oben, die [illegible] unten in das Wasser gerichtet sind. Kein [illegible] einfache Nebenaugen. Die Fühler stehen [illegible] seite des Kopfes oder am Stirnrande und [illegible] 9—11 Glieder, deren Formen außerordent[illegible] und oft sehr charakteristisch für viele Un[illegible] theilungen sind.

Alle Käfer haben beißende Mundtei[illegible] aus den normalen sechs Hauptheilen, der [illegible] den Kiefern oder Mandibeln, den Kinn[illegible] Maxillen und der Unterlippe zusammen[illegible] Die Oberlippe ist meist ein kleines, [illegible] Hornstück, das oft nur sehr rudimentär [illegible] wenige charakteristische Kennzeichen hat. [illegible] sind fast immer gekrümmte, feste Hornst[illegible] weit vor dem Kopfe vorstehen und bei der [illegible] mehr säbelförmig scharf und spitz ge[illegible] Pflanzenfressern kurz, dreieckig und innen [illegible] Fortsätzen, die oft ineinander passen, [illegible] Bei einigen, die sich von Honig und [illegible] nähren, werden die Kiefer selbst ganz [illegible] Innenrande häutig. Sie bestehen aus [illegible] während die Kinnladen oder Unterkie[illegible] sammengesetzt sind. Auf jeder Kinnlade [illegible] ein, bei den meisten Fleischfressern aber [illegible] taster (palpi maxillares) eingelenkt, die [illegible] förmig sind und aus vier oder drei Glie[illegible] Die querlängliche Unterlippe zeigt [illegible]

entum), innen daraufliegend die Zunge und stets
i seitliche, neben der Zunge eingelenkte, zwei- bis
rgliederige Lippentaster (palpi labiales), sodaß also
er Käfer wenigstens vier, viele Fleischfresser aber
s Taster im ganzen besitzen.

Hinter dem Kopfe zeigt sich bei allen Käfern der
rderbrustring in Gestalt eines festen Schildes, das
Halsschild (thorax, corselet) genannt wird und
ien Formen, Verzierungen und Umfang äußerst
nnichfaltig und für Gattungen und Arten sehr be-
hnend sind. An seiner Unterfläche, der Vorder-
ust (Prosternum), ist das erste Fußpaar eingelenkt.
r zweite Brustring, der die Flügeldecken trägt, ist
ist, sowie die weitern hintern Ringe, von diesen
eckt oder zeigt nur zwischen den Ansatzstellen der
igeldecken einen kleinen, mittlern, meist dreieckigen
um, den man das Schildchen (Scutellum) nennt.
r zweite Brustring trägt oben die hornigen festen
Flügeldecken (Elytra), die in der Mitte mit dem
htrande zusammenstoßen, sodaß sie eine gerade Längs-
e bilden. Sie bedecken gewöhnlich den ganzen Leib
zu seiner hintern Spitze, sodaß der Käfer, von
n gesehen, nur drei Abtheilungen bildet, Kopf,
lsschild und Flügeldecken. Nur bei einigen Käfern
) die Flügeldecken abgestutzt, sodaß ein mehr oder
nder bedeutender Theil der Hinterleibsringel frei
st. Die Flügeldecken werden beim Fluge nur ge-
ben, aber nicht bewegt. Die Flügel, welche der
tte Brustring trägt, sind häutig, von Längsadern
chzogen und werden, um unter die kürzern Flügel-
len geborgen werden zu können, in der Mitte quer
nickt, eine Art der Zusammenlegung, die den Käfern
enthümlich ist. Nur selten ragen sie in der Ruhe
er die dann verkürzten Flügeldecken hervor.

An den Beinen, welche aus den gewöhnlichen Stücken
ammengesetzt sind, ist der Fuß (tarsus) besonders
htig. Er besteht aus drei bis fünf Gliedern, deren
tes nur sehr selten eine, fast stets zwei Hornklauen
gt. Schienen und Hüften sind oft mit Stacheln,
Tarsen oft mit Haaren besetzt, und die Zahl der
rsenglieder verdient besondere Beachtung, da sie sogar
Haupteintheilungsgrund benutzt wurde. Bei den
isten Käfern sind die Beine einfache Gehbeine; bei
igen sind die Vorderbeine zu Grabfüßen, bei andern
Hinterbeine zu Springbeinen mit angeschwollenen
henkeln oder zu platten Schwimmfüßen umge-
ndelt.

Der Körper der Larven ist fast immer gestreckt,
ist wurmförmig, oft beinahe drehrund; in den meisten
llen aber von oben nach unten abgeplattet. Zuwei-
l erscheint er durchgehends weich; meist ist indessen
r Kopf hornig und nur der Hinterleib mit weicher
ut bekleidet. Bei den wenigsten wird auch dieser
t festem Horne bedeckt. Diese festen Larven schwei-
n meistens frei nach Raub umher. Der Kopf ist
ist flach gedrückt, platt, rundlich, von Linsengestalt
d horizontal nach vorn oder nach unten gerichtet;
i einigen pflanzenfressenden Larven (Blätterhörner,
üsselkäfer, Borkenkäfer) ist er rundlich und senkrecht
stellt, sodaß der Mund der Brust genähert ist. —
usammengesetzte Augen kommen bei den Larven nie
r, ebenso wenig einfache Stirnaugen; oft, beson-
rs bei den Holzbohrern, fehlen die Augen gänzlich,
enn sie aber vorhanden, so stehen 1—6 einfache
ugen auf jeder Seite und zwar dann meist auf einem
wölbten Buckel, der sich während des Puppenlebens
das zusammengesetzte Auge des Käfers umwandelt.
ie Fühler fehlen zuweilen, besonders bei Holzboh-
rn; sie sind stets einfach faden- oder kegelförmig,
aben nie mehr als vier Glieder und stehen fast immer
seitlich am Kopfrande über den Kiefern, selten auf der Stirnfläche.

Die Mundwerkzeuge sind, je nach der Nahrung, verschieden gestaltet. Oft dient als Decke der ganzen Theile ein bewegliches, an der Stirn eingelenktes Kopfschild, das indeß ebenso oft fehlt. Dasselbe begegnet oft der Oberlippe, die manchmal deutlich abgesetzt, beweglich, zuweilen mit der Stirn verwachsen ist oder ganz fehlt, wo dann der Stirnrand zugleich den Mundrand bildet und die übrigen Freßwerkzeuge ganz frei vor dem Kopfe stehen. Dies ist bei vielen vom Raube lebenden Larven der Fall, und dann ist die Mundöffnung außerordentlich fein und nur mit Mühe nachzuweisen. Die scharfen Kiefer dienen solchen Raublarven zum Anbeißen der Beute, zum Durchbohren der Haut und zum Zerfleischen der Eingeweide, deren flüssige Bestandtheile dann von der feinen Mundöffnung aufgesaugt werden. Bei den Wasserkäferlarven (Dytiscida) ist sogar durchaus keine Mundöffnung vorhanden, sondern beide Kiefer selbst von Kanälen durchlaufen, welche sich an der Spitze der Kiefer spaltförmig öffnen und durch die der Saft der Beute eingesogen wird. Kiefer sind stets vorhanden; bei den Räubern säbel- oder sichelförmig, scharf und spitz, meist über den Kopf vorragend und übereinandergreifend; bei den Pflanzenfressern kurz, derb, dreieckig, oft mit stumpf gezähnten Kau- und Schneideflächen, die gegeneinander passen. Die Kinnladen haben meist dieselben Theile, wie beim vollkommenen Käfer: eine Angel (cardo), die zuweilen stielförmig wird und dann den Haupttheil des Ganzen ausmacht, eine Lade, die meist verwachsen, zuweilen gezähnelt, selten eingelenkt ist, und einen Taster, der fadenförmige Gestalt und drei Glieder hat. Die Unterlippe ist oft verwachsen, stets klein, ihre Taster zweigliederig, die Zunge meist nur rudimentär.

Vielen holzbohrenden Käferlarven fehlen die Beine durchaus, bei andern sind sie nur durch borstentragende Warzenvorsprünge angedeutet. Wenn sie vorhanden sind, so stehen sie an den drei ersten, dem Kopfe folgenden Körperringeln an der Unterfläche und bestehen meist aus fünf Gelenken, von welchen das letzte dem Tarsus entspricht und bei den Larven der Fleischfresser mit zwei, bei den Maiwurmlarven (Meloida) mit drei, bei allen übrigen mit nur einer Klaue bewaffnet ist. Die Länge der Beine steht meist mit der Lebhaftigkeit und der Beutelust der Larven im Verhältniß. Der Leib besteht hinter den Beine tragenden Ringeln aus neun Ringeln, sodaß also außer dem Kopfe im ganzen zwölf Segmente vorhanden sind, eine Regel, wovon indeß die Wasserkäferlarven eine Ausnahme machen, deren Leib nur elf Segmente zählt. Ein paar Athemlöcher steht an der Brust, acht Paare an den acht ersten Hinterleibssegmenten. Der After tritt meist röhrenförmig oder warzenförmig hervor und wird zum Nachschieben des Körpers benutzt; da solche Afterfüße und Nachschieber, wie Schmetterlings- und Holzwespenraupen sie besitzen, den Käferlarven gänzlich abgehen.

Die raubenden Käferlarven leben meist in Erdlöchern, im Miste, unter Baumrinden, im Mulme, in Gängen und Nestern anderer Insekten, deren Larven sie besonders heimsuchen. Nur wenige überraschen ihre Beute im Schusse oder Sprunge, indem sie vorher darauf lauern (dies thun besonders die Larven der Sand- und Wasserkäfer), die meisten fressen fußlose oder träge Thiere, und namentlich Larven, zuweilen auch Weichthiere (Schnecken) an. Die Holzfresser bohren sich Gänge, oft in dem härtesten Holze, meist aber in den weichern Theilen, im Marke, im Splinte und Baste und unter den Rinden. Viele fressen faulende oder

verwesende Stoffe; einige werden uns besonders schädlich durch Zerstörung der Wurzeln, die sie unter der Erde aufsuchen.

Alle Käferlarven verwandeln sich nach einiger Zeit in eine ruhende Puppe. Die Lebensdauer mancher Larven scheint mehrere Jahre zu dauern; die der Maikäfer z. B., wie man aus den Flugjahren schließen kann, drei Jahre; manche Holzbohrer scheinen sogar sechs, zehn und mehr Jahre als Larven zu leben. Zur Verwandlung ziehen sich die meisten nur an einen geschützten Ort zurück; einige wenige spinnen sich aus grober Seide einen Cocon; viele machen sich aus Erde, Holz, Mist ꝛc., das sie mit einem klebrigen Stoffe zusammenleimen, einen hohlen Klumpen, der erhärtet und in dessen Innerm die Puppe liegt. Diese gleicht dem vollkommenen Insekt, nur mit dem Unterschiede, daß der Körper verkürzt und eingebogen, die Fühler unter die Brust geschlagen, die Flügeldecken sehr kurz, die Füße nach innen eingezogen sind, während zugleich oft noch besondere Anhänge existiren oder auch solche des vollendeten Insekts fehlen. Der Puppenschlaf dauert meist einen Winter hindurch.

Man kann die Käfer, von welchen man eine ungemein große Anzahl Arten kennt, nach der Zahl und Bildung der Tarsalglieder in mehrere Gruppen theilen.

Erste Gruppe. (Pentamera).

An allen drei Beinpaaren fünf leicht erkenntliche Fußglieder (Tarsalglieder).

Familie der Laufkäfer (Carabida). Körper länglich, meist stark gewölbt, hart. Kopf klein, schmal, meist weit schmäler als das Halsschild. Augen vorstehend. Fühler von mittlerer Länge, borsten- oder fadenförmig. Kinnbacken scharf, ganzrandig, stark gekrümmt, meist ziemlich vorstehend. Kinnladen ganz hakig mit doppelten Tastern. Füße lang, dünn, stets mit fünf Tarsalgliedern, die meist bei den Männchen verbreitert sind. Flügeldecken, den Hinterleib meist ganz bedeckend. Die Käfer dieser zahlreichsten unter allen Käferfamilien sind alle gute Läufer, die meisten auch vortreffliche Flieger. Sie schweifen, die einen mehr bei Tag, die andern mehr nächtlicherweile, überall nach Beute umher, die besonders aus andern Insekten besteht. Die meisten haben einen unangenehmen Geruch; viele lassen in Gefahr aus dem Hintern eine stinkende, braune, ätzende Flüssigkeit. Die Larven sind meist etwas abgeplattet, hornig, mit starkem, oben flachem Kopfe, sechs langen Beinen und sechs einfachen Augen auf jeder Seite, die auf einer gewölbten Beule stehen; sie haben ebenfalls stark vorspringende, sichelförmige, spitze Kiefer und leben vom Raube, meist in versteckten Aufenthaltsorten. Einige, wie die Calosoma-Larven, jagen selbst ihre aus Raupen bestehende Beute auf Bäumen. Die bekannteste unter den einheimischen Arten, deren Larve wir auch abbilden, der Goldlaufkäfer (Carabas auratus; Käfer Taf. 25, Fig. 34; Larve Fig. 35) ist auch unter dem Namen Gärtner, Goldschmied bekannt und ein erbitterter Feind der Schnecken, Regenwürmer und Maikäfer.

Familie der Sandkäfer (Cicindelida) (Cicindela campestris, Taf. 25, Fig. 36). Körper länglich. Kopf breiter als das dünne, meist verlängerte Halsschild. Fühler fadenförmig, von mittlerer Länge, vor den Augen eingelenkt. Diese sehr groß, vorstehend. Kiefer vorstehend, groß, stark, sehr scharf, innen meist mehrfach gezähnt. Kinnladen gebogen, an der Spitze mit einem beweglichen Zahne und doppelten Palpen. Lippentaster stark behaart. Beine lang, stets fünfgliederig, ohne Zähne oder Einschnitte an den Schienen und ohne Erweiterung der Tarsalglieder. Unermüdliche Räuber, die meist auf trockenem, sandigem Boden jagen und wie fliegen. Die Larven leben in Löchern im Sande, haben einen dicken, breiten Kopf mit vorstehenden Augen an jeder Seite, sichelförmig gebogene, scharfe Kiefer, sechslange Beine mit zwei Krallen und zeichnen sich dadurch aus, daß der erste und siebente Körperring stark angeschwollen und letzterer mit zwei vorstehenden Hornhaken versehen ist, was sie beim Auf- und Absteigen in ihren Löchern benutzen. Sie lauern auf ihre Beute auf die sie losschießen, indem sie mit dem Kopfe gegen die Oeffnung des Loches schließen. Einige ausländische Gattungen haben verwachsene Flügeldecken und ermangeln der Flügel.

Familie der Wasserkäfer (Hydrocantharida). Körper abgeplattet, platt eiförmig, Kopf breit, meist bis an die Augen in das Halsschild eingesenkt. Fühler borstenförmig, dünn, meist länger als Kopf und Halsschild zusammengenommen. Kinnladen dünn, schmal, innen gewimpert, außen mit zwei Palpen besetzt, von denen die äußern viergliederig, die innern zweigliederig sind, sodaß mit den Kinnladentastern im ganzen sechs Palpen vorhanden sind. Vorderfüße Gangbeine; bei den Männchen sind die drei ersten Tarsalglieder in eine breite Saugscheibe erweitert, womit sie sich sehr fest anheften können. Hinterfüße lang, plattgedrückt, mit Schwimmborsten besetzt. Die Käfer leben alle im Wasser; schwimmen schnell und fliegen abends mit Gesumse; sie sind sehr räuberisch und fallen alle Arten schwächerer Wasserthiere an. Die Larven sind lang, schmal, platt, mit deutlich abgesetztem, rundem Kopfe. Die ungemein großen Hakenkiefer, die weit hervorstehen, sind an der Spitze durchbohrt, und Kanäle führen aus ihnen in die Speiseröhre. Der Mund ist bei diesen Larven ganz; sie schlagen die Haken in den Leib lebender Thiere und saugen die Säfte durch die Kiefer ein. Sie haben lange, gewimperte Schwimmfüße, zwei kurze Athemröhren am Hinterleibe, schießen pfeilschnell auf ihren Raub los und gelten selbst in Fischteichen für verderblich.

Die gemeinste Art ist der gelbrandige Schwimmkäfer (Dytiscus marginalis, Taf. 25, Fig. 37).

Familie der Taumelkäfer (Gyrinida). Käfer klein, eiförmig, platt, wie alle Wasserkäfer. Kopf klein, bis an die Augen in das Halsschild eingesenkt; Fühler klein, kurz, zwischen den Augen eingelenkt und gar dorthin zurücklegbar; zweites Glied derselben mit einem dutenförmigen Fortsatze versehen, in welchem das wurmförmige, geringelte Ende des Fühlers steckt; die Augen horizontal halbirt, sodaß jederseits zwei Augen stehen, von denen das eine nach unten, das andere nach oben gerichtet ist; Vorderfüße gewöhnliche Gangfüße, dünn lang; Hinterfüße sehr kurz, hakenartig gekrümmt, platt. Tarsus im ganzen dreieckig, erstes Glied sehr groß, die übrigen sehr klein, mit steifen Haaren besetzt. Die Käferchen schwimmen stets in drehender Bewegung auf der Oberfläche stehender Gewässer. Larven im Wasser, lang, flach; athmen durch seitliche Kiemenbüschel und haben, wie alle folgenden, den eigentlichen Fleischfressern angehörige Käferlarven, zwei Klauen an den Füßen. Drehkäfer (Gyrinus mergus, Taf. 25, Fig. 38).

Familie der Fischkäfer (Hydrophilida). Körper oval oder mehr rundlich, platt, Kopf, Halsschild und Leib eng aneinandergeschlossen, meist groß. Fühler kurz, keulenförmig, durchblättert, mit langem Stielgliede, einigermaßen denen der Blätterhörner ähnlich. Vordertaster meist so lang oder selbst länger als die Fühlhörner, zurückgeschlagen. Beine verschieden gestaltet, stets aber mit fünf Tarsalgliedern. Bei den auf dem

nde, besonders im Miste lebenden Gattungen (Sphaeridium; Cyclonotum) sind alle Füße Gangfüße und Schienen mit Dornen bewaffnet; bei den im Wasser wimmenden dagegen (Hydrophilus; Hydrochus; Laccobius) sind die beiden Paare der Hinterfüße lang ausgezogen, platt und durch steife Haare zu Schwimmfüßen umgestaltet, während die Vorderfüße Gangbeine blieben sind. Die Käfer dieser Abtheilung schwimmen schnell und gut, fliegen schwerfällig mit Gesumse des Abend und kommen oft an die Oberfläche, wo sie Luft unter die Flügeldecken nehmen, zu welchem Ende nur die Spitze des Hinterleibes etwas über die Wasserfläche emporstrecken. Die Käfer selbst nähren sich von faulenden Pflanzenstoffen; die Larven dagegen, welche ebenfalls im Wasser leben, sind arge Räuber, mit dem platten wurmförmigen nach hinten zugespitzten Leibe sehr schnell schwimmen und allen Arten von Wasserthieren, selbst jungen Fischen, eifrig nachstellen. Ihre starken Kiefer sind kürzer als die Palpen; die vordern Füße von mittlerer Länge. Die Larven verpuppen sich in der Erde und bilden eine ovale Puppe, an deren Hinterende man noch die beiden Athemröhren sieht, durch welche die Larve Luft schöpfte. Der große Fischkäfer (Hydrophilus piceus, Taf. 25, Fig. 39) ist der größte Wasserkäfer unserer Gegenden.

Familie der Raubkäfer (Staphylinida). Die Käfer dieser äußerst zahlreichen Familie haben einen langen, meist spindel- oder wurmförmigen Körper und stets sehr rudimentäre, meist quer gestutzte Flügeldecken, die den hornigen, festen Hinterleib nur theilweise decken, unter die Flügel, die zuweilen fehlen, ganz umschließen. Die Fühler sind zehn oder meist elfgliederig, kurz, fadenförmig oder schwach gesägt, nur selten geknopft; die Kiefer bedeutend groß, hakig, spitz, meist ungezähnt; die Laden lederartig oder häutig; die Palpen einfach. Das Halsschild sehr verschieden; Hinterleib lang, oben hart, wird beim Gehen nach oben gekrümmt und zeigt am Hinterende zwei blasenförmige Warzen, die willkürlich hervorgestreckt werden. Die Füße sind lang, kräftig, bald mit Dornen bewaffnet, bald wehrlos, und die Zahl ihrer Tarsalglieder außerordentlich wechselnd, sodaß man alle Latreille'schen Unterordnungen, Pentameren, Heteromeren, Tetrameren und Trimeren in dieser Familie vertreten findet. Die Larven sehen den vollkommenen Käfern ähnlich, haben starke vortretende Kiefer, vier deutliche Augen, sechs lange Füße mit einfachen Klauen und einen platten hornigen Körper. Käfer und Larven sind äußerst lebhafte kühne Räuber, die besonders andere Insekten jagen und diesen im Mist, unter Baumrinden u. s. w. nachstellen. Die meisten haben einen unangenehmen Geruch. Kurzflügler (Staphylinus caesareus, Taf. 25, Fig. 40).

Familie der Tastkäfer (Pselaphida). Körper im ganzen birnförmig; Kopf länglich, frei, Augen stark vorragend oder ganz fehlend; Fühler kurz oder lang, meist haarig, am Ende geknopft oder keulenförmig, elfgliederig. Palpen entweder nur klein oder sehr groß, vorstehend, blätterig. Halsschild länglich elliptisch, Bauch rundlich, von den quergestutzten Flügeldecken nur halb bedeckt. Füße lang, schwach; Tarsen nur dreigliederig, Endglied mit zwei Klauen. Kleine Käferchen träger Natur, die meist tags über still im Grase sitzen, abends und nachts aber munter umherfliegen. Die Larven sind unbekannt. Die hier abgebildete Art (Claviger testaceus, Taf. 25, Fig. 41) lebt bei uns in Ameisenhaufen und wird von den Ameisen gepflegt und beleckt. Sie ist rostroth glänzend, gelb behaart, aber nur eine Linie lang.

Familie der Stutzkäfer (Histerida). Körper breit, flach, nach dem Tode wenig gekrümmt, ungemein hart. Kopf klein, tief in das Halsschild eingesenkt. Fühlhörner elfgliederig, mit festem Knopfe, stark gekrümmt; Kinnladen stark, gezähnt; die Hinterhüften stark seitlich gestellt; Vorderhüften der Mittellinie genähert. Füße stark bedornt, schwerfällig. Käfer in Aas, Mist und faulenden Substanzen, die kurzfüßigen nackten augenlosen Larven ebendaselbst. Die trägen Käfer stellen sich beim Ergreifen todt. Stutzkäfer (Hister fimetarius, Taf. 25, Fig. 42).

Familie der Aaskäfer (Silphida). Körper flach, scharfrandig, meist behaart; Flügeldecken gewöhnlich hinten abgestutzt, sodaß mehrere Ringe des Hinterleibes sichtbar sind. Fühlhörner keulenförmig über den Kinnbacken eingesetzt. Schildchen zwischen den Flügeldecken groß. Lefze ausgeschnitten. Fortsatz der Mittelbrust nach hinten nur sehr klein. Hüften einander genähert. Gestalt nach dem Tode sehr gebückt. Die schnell und gut laufenden und fliegenden Käfer stinken sehr, geben beim Ergreifen stinkenden, flüssigen Koth von sich und nähren sich von Aas und Leichen, die sie meist mit großer Schnelligkeit in den Boden eingraben, um als Vorrath für ihre Larven zu dienen, die sehr gefräßig sind, mäßig lange Füße haben und sechs Augen auf jeder Seite besitzen, von welchen vier an der gewöhnlichen Stelle hinter der Einlenkung des Fühlers und zwei unter dem Fühler nach unten gerückt stehen. Einige Larven indessen nähren sich auch von Blättern, wie die abgebildete Larve des schwarzen Aaskäfers (Silpha atrata, Taf. 25, Fig. 43). Am bekanntesten unter der Gruppe sind die großen langen, meist roth gefleckten Todtengräber (Necrophorus vespillo, Fig. 44), welche meist in Gesellschaft arbeiten, laut durch Reiben der Flügeldecken an harten Leisten des Hinterleibes zirpen und sich durch diese Töne zusammenrufen.

Familie der Kahnkäfer (Scaphidida). Kleine, dicke, lebhafte Käfer, mit kahnförmigem Körper, elfgliederigen, zugespitzten oder keulenförmigen Fühlern, abgestutzten Flügeldecken, großen Hinterflügeln und zugespitztem Hinterleibe. Die abgebildete Art (Scaphidium quadrimaculatum, Taf. 25, Fig. 45) lebt, wie alle andern, in Schwämmen und Pilzen. Trotz ihrer Häufigkeit sind die Larven noch nicht genauer bekannt.

Familie der Colydien. Wir erwähnen diese kleinen, langgestreckten Käferchen hier nur, weil die kurzbeinigen langgestreckten Larven einiger Arten, worunter die abgebildete (Colydium sulcatum, sehr vergrößert, Taf. 25, Fig. 47) in den Bohrlöchern der Borkenkäfer sich aufhalten, von deren Larven leben und sich dadurch nützlich erweisen.

Familie der Glanzkäfer (Nitidulariae). Keulenförmige Fühler, deren Stiel meist elfgliederig, Beine kurz, Form verschieden. Käfer und Larven vieler Arten leben in Vorrathskammern auf Reis, Körnern u. s. w. Die abgebildete, stark vergrößerte Art (Glanzkäfer, Nitidula aenea, Taf. 25, Fig. 46) metallgrün.

Familie der Cucujiden. Flachgedrückte, meist lebhaft gefärbte Käfer mit keulenförmigen oder fadenförmigen Fühlern, von denen einige, darunter die abgebildete Art (Cucujus sanguinolentus, Taf. 25, Fig. 48), häufig unter Baumrinden und in Waarenspeichern sind und durch ihre Menge schädlich werden.

Pelzkäfer (Dermestida). Körper eiförmig, gewölbt, hart, die Beine können angezogen werden, aber nicht vollständig, indem die Tarsalglieder frei bleiben. Kopf klein, zur Hälfte, bis an die Augen, in das Halsschild eingesenkt; Fühler kurz, Endkeule nur dreigliederig, aber das Endglied oft sehr groß und lang; Oberkinnladen dick, kurz gezähnt. Die Käfer leben besonders in Pelzwerk und trockenen Thierstoffen, in Museen und zoolo-

gischen Sammlungen, zuweilen auf Blumen; die haarigen Larven, an denselben Orten, richten große Verwüstungen an, da sie meist im Verborgenen arbeiten. Sie verpuppen sich in der eigenen Larvenhaut, die als Hülle für die Puppe dient. Die abgebildete Art (Speckkäfer, Dermestes lardarius, Taf. 25, Fig. 49) ist überall häufig und einer der größten Feinde unserer Vorrathskammern.

Von dieser Familie scheidet sich als kleine Gruppe durch vollkommen zurückziehbare Beine, breite Unterschenkel und Verwachsung der drei vordern Leibesringe, die Gruppe der Pillenkäfer (Byrrhida), deren Larven, Lebensart u. s. w. ganz analog der vorigen ist. Die Käfer, die meist an sandigen Orten leben, kugeln sich zusammen und stellen sich todt. Die abgebildete Art (Pillenkäfer, Byrrhus pilula, Taf. 25, Fig. 50) ist überall in Deutschland häufig.

Familie der Grundkäfer (Parnida). Langbeinige, kleine, im Wasser lebende Käfer, die durch seidenglänzende Haare am ganzen Körper oder an der Brust Luft mit sich unter das Wasser nehmen und durch dieselbe athmen. Die abgebildete Art (Grundkäfer, Elmis aeneus, Taf. 25, Fig. 51) lebt am Grunde von schnellfließenden Gewässern unter Steinen.

Familie der Blatthörner (Lamellicornia). Die größten bekannten Käfer gehören dieser sehr zahlreichen ausgezeichneten Familie an. Ihr Körper ist meist oval oder rundlich, dick, auf beiden Seiten stark gewölbt; der Kopf klein, der Stirnrand oft ausgebreitet oder hornartig verlängert, das Halsschild meist so breit als die Flügeldecken, oft ebenso wie der Kopf mit sonderbaren Fortsätzen, Spitzen und Hörnern geziert. Die Fühler sitzen in einer tiefen Grube unter den Seiten des Stirnrandes und können meist ganz in dieser Grube geborgen werden; sie sind kurz geiselförmig, die untern Glieder knopfartig, die vordern blattförmig nebeneinandergestellt, sodaß sie sich wie die Blätter eines Buchs öffnen und schließen lassen und einen Kamm oder Wedel bilden. Die Füße sind stark, schwer, der Außenrand der Schienen gezähnt, die Tarsen stets fünfgliederig, die Endkrallen stark. Beide Geschlechter unterscheiden sich oft sehr bedeutend im Aeußern, indem das Männchen größer ist, eigenthümliche Hörner und Dornen und oft ungeheuere Kiefer besitzt, die dem Weibchen abgehen.

Die Käfer leben von Blättern, faulenden Pflanzenstoffen, Mist und andern Excrementen, haben einen schwerfälligen Gang und einen ungelenken Flug, bei dem sie laut schnurren. Die Larven sind walzenförmig, weich, weißlich, mit sackförmigem, untergebogenem Endtheile, hartem, gelbem, hornigem Kopfe, der wie bei den Raupen vertical steht, sechs langen harten Füßen, aber ohne Augen. Der bekannte Engerling liefert das beste Bild einer solchen Larve. Sie leben mehrere Jahre in der Erde von Mist, Wurzeln, Pflanzenstrünken, und verpuppen sich dann in einem durch Schleim zusammengeklebten Erdballen.

Man unterscheidet mehrere Gruppen in dieser zahlreichen Familie, unter welchen wir nur die Hirschkäfer (Lucanus), mit den bei den Männchen geweihartig entwickelten, bei den Weibchen als kurze Kneipzangen gebildeten Kiefern erwähnen, deren Larven bis 4 Zoll lang werden und in alten Eichen bohren; ferner die Mistkäfer, Coprophaga (Mistkäfer, Geotrupes stercorarius Taf. 25, Fig. 55), zu denen der bekannte, heilig gehaltene Scarabäus der Aegypter (Ateuchus sacer) mit gezähntem Vorderrand, und die abgebildete Art gehört, die abends mit lautem Summen umherfliegt; endlich der bekannte Maikäfer (Melolontha vulgaris, Fig. 52), dessen Larve als Engerling (Engerling, Larve, Fig. 53) drei bis vier Jahre in der Erde lebt, durch das Benagen der Wurzeln oft außerordentlich schädlich wird und sich dann im Herbste verpuppt (Puppe des Maikäfers, Fig. 54), um im Frühjahr als Käfer zu erscheinen. Der Käfer verwüstet die Laubbäume. Die Flugjahre kehren fast regelmäßig in einem Cyclus wieder, welcher der Entwickelungsdauer der Larve entspricht. Abschütteln der Käfer am frühen Morgen ist das sicherste Mittel zur Vertilgung. Die gesammelten und getödteten Käfer können als Dünger benutzt werden.

Die Familie der Prachtkäfer (Buprestida) ist zwar in unsern Gegenden nur durch wenige kleine Gattungen, um so häufiger und riesenmäßiger aber in den heißen Zonen repräsentirt. Die Käfer schillern meist in den lebhaftesten Metallfarben, haben verlängliche Gestalt und ausgezeichnet harte Flügeldecken. Der Kopf ist meist breiter als lang, die Fühler kurz, stark gesägt, die einfachen Palpen kurz, ihr letztes Glied cylindrisch. Das Halsschild breit, die hintern Ecken gerade; die Vorderbrust nach hinten in einen Fortsatz ausgezogen, der zwischen die Schenkel der Mittelfüße reicht, aber abgeplattet ist und nicht in eine Vertiefung paßt. Die Füße sind kurz, deutlich fünfgliederig und die vorletzten Tarsalglieder stark erweitert und schwammig. Die Käfer laufen schlecht, fliegen aber gut mit schnurrendem Geräusche.

Die Larven sind augenlos, mit ganz kurzen warzenartigen Füßchen versehen; der Kopf ist sehr klein, fleischig; der zweite Ringel aber breit, aufgetrieben und der Kopf kann in dasselbe zurückgezogen werden. Die Fühler sind sehr klein; Lippentaster fehlen ganz. Die Kiefer sind, wie bei den meisten holzbohrenden Larven, kurz, fast innen stumpf gezähnt. Sie leben besonders in trockenem Holze und leben sehr lange, da vollendete Käfer zuweilen aus Möbeln herauskommen, die schon Jahre hindurch im Gebrauche waren.

Die Larve der abgebildeten Art (Prachtkäfer der Kiefern, Chalcophora mariana, Taf. 25, Fig. 56), die zu den größten europäischen Arten gehört, bohrt in den Stämmen der Kiefern und richtet zuweilen nicht unbedeutende Verheerungen an.

Die Familie der Schnellkäfer oder Schmied (Elaterida) hat mit der vorigen die Form der Fühlhörner, der Füße, die harten Flügeldecken, die sonderbare Bildung der Vorderbrust gemein; nur ist der Fortsatz derselben noch weiter nach hinten ausgezogen, von beiden Seiten zusammengedrückt, sodaß er eine Dolchgestalt besitzt. Er paßt in eine Furche der Mittelbrust. Legt man die Thiere auf den Rücken, so biegen sie den Körper, ziehen Fühler und Füße an und stemmen dann mit Gewalt die Spitze der Vorderbrust gegen den Rand des Lochs in der Mittelbrust, sodaß der Körper mehrere Zoll hoch in die Luft geschleudert wird. Die Larven der Schnellkäfer sind denen der Prachtkäfer nicht sehr ähnlich; sie sind drahtförmig, hart, haben keine Oberlippe, dagegen ganz seitlich gelegene Kinnladen, eine sehr lange, fast unbewegliche Unterlippe und sehr kurze Füße; sie leben vorzugsweise in morschendem Holze und Wurzeln, während die Käfer besonders auf Blumen, im Rasen und im Getreide sich umhertreiben. Einige Arten leuchten; eine südamerikanische (Elater noctilucus, der Cucujo) so stark, daß sie als Leuchte benutzt wird. Die leuchtenden Theile sind zwei runde Punkte am Halsschild.

Die Larven der abgebildeten Art (Schnellkäfer des Getreides, Agriotes segetis, Taf. 25, Fig. 57) richten zuweilen durch Abnagen der Getreidewurzeln großen Schaden an.

Die Familie der Cebrioniden (Cebrio gigas, ännchen und Weibchen, Taf. 25, Fig. 58 und 59) terscheidet sich von den Schnellkäfern durch sichelrmige Oberkiefer, Grabbeine und den Mangel des prungvermögens. Die Larven sind sehr ähnlich, en in trockenem Boden von Wurzeln. Bei der abbildeten, am Mittelmeer häufigen Art sind Männn und Weibchen sehr abweichend gestaltet. Erstere wärmen abends umher — letztere bleiben im Boden ken.

Familie der Leuchtkäfer (Lampyrida). Körper g, schmal; Kopf ganz in das platte Halsschild gesenkt; Oberkinnladen kurz, sehr spitz. Vorletztes rsalglied erweitert, zweilappig, die Klauen einfach. e Weibchen sind oft ungeflügelt. Die Käfer stellen bei der Berührung todt; die Larven nähren sich n Raub und sind meist schwärzlich. (Lampyris ctiluca, das Johanniswürmchen, Taf. 25, g. 60, Männchen und Weibchen.) Das ungeflügelte ibchen im Grase, leuchtet stark; Männchen und Larve wächer. Die Larve verzehrt die gewöhnliche Baumnecke (Helix nemoralis) und puppt sich in dem leerressenen Gehäuse ein. Sie trägt zu beiden Seiten rstenbündel. Bei andern Arten sind beide Geschlechter geflügelt und leuchtend.

Familie der Buntkäfer, Clerida. Körper langstreckt schmal, meist haarig; Kopf kurz, sehr breit, breiter als das oblonge Halsschild, Fühler gesägt, gegen das Ende knopfförmig verdickt; die Augen sgerandet; Kinnladen gezähnt; Palpen keulenförmig; letztes Tarsalglied zweigelappt. Die schönen, meist er gebänderten Käfer auf Blumen und alten Bäun; die rosenrothen, behaarten Larven in Bienen- d Wespennestern, in Schwämmen und im faulen lze, wo sie andere Larven aufsuchen und nur von sen leben. Sie sind ziemlich langbeinig und sehr haft. Clerus apiarius, der Bienenwolf — die rve lebt in Bienenstöcken und frißt die Bienenlarven. Die abgebildete Art (Buntkäfer, Clerus formicaus, Taf. 25, Fig. 61) sehr gemein in Kiefernwaldungen Familie der Holzbohrer (Xylophaga). Körper ist länglich, ziemlich weich; Flügeldecken meist gelossen; bei einigen Gattungen aber klaffend und bst unvollständig. Der rundliche Kopf bald frei, ld mehr oder weniger unter dem Halsschilde verkt; die Fühler kurz, weniger gesägt als in der rigen Familie; die Kinnladen stark, kurz, gezähnt; einfachen Palpen meist am Ende verdickt; die Füße mlich lang, schwach, ohne schwammige Sohlen, rchgehends fünfgliederig. Die Larven haben e nur kurze Füße und keine Augen, bohren in denem Nutzholz oder in trockenen Thierkörpern und d wegen ihres großen Schadens berüchtigt. Man terscheidet zwei Unterfamilien. Die Bohrkäfer tinida, Taf. 26, Fig. 2) haben einen kürzern, eiförgen festen Körper, geschlossene Flügeldecken, kürzere ße und den Kopf halb in das Halsschild eingesenkt; leben besonders in Sammlungen und altem Holze. r gewöhnliche Bohrkäfer (Ptinus fur; Larve des ohrkäfers, Taf. 26, Fig. 3) greift nebst der Larve dene Thierkörper und Herbarien an; die Todtenuhr nobium pertinax) in altem Nutzholze, lockt durch chen mit den Kiefern, stellt sich bei der Berührung t und läßt sich selbst durch empfindliche Martern cht zur Bewegung verleiten; eine verwandte Art, e wir abbilden (Nagebohrer, Anobium striatum, f. 25, Fig. 62), hat ganz ähnliche Sitten und mliche Larven; bei den Kammbohrern (Kammhrer, Ptilinus pectinicornis, Taf. 26, Fig. 1) sind e Fühlhörner vorn lang gewedelt, die schädlichsten unter allen sind die Werftbohrer (Limexylida) mit langem, weichem Körper, klaffenden Flügeldecken, längern Füßen und freiem Kopfe — die Larven bohren besonders in trockenem Eichenholz und richten in den Vorräthen der Schiffswerfte großen Schaden an.

Zweite Gruppe (Heteromera).

An den beiden vordern Beinpaaren fünf Tarsalglieder, an dem hintern nur vier.

Familie der Schwarzkäfer (Melasomata). Körper länglich oder oval, stark gewölbt; Halsschild selten schmäler als der Leib. Aeußere Decken meist ziemlich hart und fest. Fühler kurz, perlmuschelartig unter dem Kopfrande eingesetzt. Oberkiefer zweispaltig; Unterkiefer mit horniger Klaue an der Innenseite. Vielen Käfern fehlen die Hinterflügel gänzlich und die Flügeldecken sind miteinander verwachsen. Die Käfer sind schnelllaufende Nachtthiere von schwarzer Farbe, die sich tags über an dunkeln Orten aufhalten, nachts umherschweifen und meist ekelhaft stinken. Die mittelbeinigen, drahtförmigen, mit abgesetztem Kopfschild versehenen Larven in Mulm, Mehl, Brot, faulenden Stoffen oder selbst Excrementen. Wir bilden eine überall in Europa verbreitete Art ab, deren Larve, der Mehlwurm (Mehlkäfer, Tenebrio molitor, Taf. 26, Fig. 4; Larve des Mehlkäfers, Fig. 5), lebendig wie getrocknet sogar einen Handelsartikel bildet, da sie als Vogel-, namentlich als Nachtigallenfutter sehr geschätzt ist.

Familie der Wollkäfer (Lagriaria). Käfer und Larven meist dicht behaart, Fühler elfgliederig. Larven mit großem Kopf und ziemlich langen Fühlern, länglich, fast gleich breit. Die abgebildete Art (Wollkäfer, Lagria hirta, Taf. 26, Fig. 6) häufig auf Gesträuch.

Familie der Scharlachkäfer Pyrrhochroida. (Scharlachkäfer, Pyrrhochroa rubens, Taf. 26, Fig. 7.) Kopf gerade, wenig vorgestreckt, Halsschild zuweilen schmäler als die Flügeldecken. Fühler fadenförmig oder gelämmt; beim Männchen oft selbst wedelartig. Vordertaster bei einer Gruppe (Melandrya). Melandrya caraboides, Fig. 8, sehr verlängert mit verdicktem Endgliede. Flügeldecken oft bedeutend nach hinten verbreitert. Füße lang; vorletztes Tarsalglied gelappt; Klauen einfach ungezähnt. Die Käfer auf Pflanzen; die mittelbeinigen Larven unter Baumrinden, im Mulm abgestorbener Stämme.

Familie der Stachelkäfer (Mordellida). Körper spindelförmig hinten zugespitzt; Kopf klein, gebückt unter dem Halsschild bis zur Hälfte der Augen verborgen. Halsschild so breit wie die Flügeldecken. Fühler fadenförmig, kaum gesägt. Hinterschenkel meist etwas verdickt. Beine lang. Laufen hüpfend mit großer Schnelligkeit und stellen sich bei Berührung todt. Die Larven, welche sehr kurze Füße haben und den Larven der Holzwespen sehr ähnlich sehen, leben im Marke von Bäumen und Kräutern; die Käfer (Stachelkäfer, Mordella fasciata, Taf. 26, Fig. 9) grünen saftigen Blättern.

Familie der Blasenkäfer (Vesicantia). Körper länglich; der quere Kopf und das oblonge Halsschild schmäler als die Flügeldecken. Letztere sehr weich, lederartig, biegsam, bei einigen Gattungen verkümmert, sodaß sie nur den halben Leib decken, in welchem Falle die Flügel gänzlich fehlen. Fühler fadenförmig oder gesägt. Die beiden Klauen des letzten Fußgliedes sind der Länge nach in zwei ungleiche Hälften gespalten, sodaß an jedem Fuße zwei größere und zwei kleinere Klauen vorhanden scheinen. Alle Käfer dieser

Familie enthalten einen scharfen, blasenziehenden, ätzenden Stoff und werden auch an ihren Wohnorten als Blasenmittel benutzt.

Die Eier werden entweder auf den Sand oder an Bienennester gelegt; die sehr kleinen, rührigen, sechsbeinigen Larven, die daraus hervorgehen und am Hinterleibe noch besondere Springstangen haben, klettern auf Blumen und springen von da aus oder direct auf Bienen, Hummeln u. s. w., in deren Nester sie sich tragen lassen, um dort die Eier zu fressen. Dann verwandeln sich die Larven noch mehrmals: erst in eine fast fußlose Made, die sich von Honig nährt; in dieser entsteht eine Art Puppe, aus der wieder eine madenartige Larve hervorgeht, die sich endlich definitiv verpuppt. Der durch die kurzen Flügeldecken ausgezeichnete stahlblaue Maiwurm (Meloe proscarabaeus, Taf. 26, Fig. 10) wurde früher als Volksmittel gegen die Hundswuth benutzt; die spanische Fliege (Lytta vesicatoria, Fig. 11), welche oft massenhaft im Sommer, besonders auf Flieder, sich findet und smaragdgrüne Flügeldecken hat, liefert den Hauptstoff zu den Blasenpflastern.

Familie der Schwellfüße (Oedemerida). Körper oval, oft ziemlich breit; Halsschild meist so breit als die Flügel. Mund vorgestreckt, oft selbst rüsselartig verlängert, sodaß sich die Kopfform derjenigen der Bruchiden nähert. Fühler borstenförmig, kaum gesägt, zuweilen von Körperlänge. Füße sehr lang, dünn, die Schenkel oft ansehnlich verdickt, sodaß die auf Blumen lebenden Käfer (Oedemera coerulea, Taf. 26, Fig. 12) gut springen. Die Vorderhüften stehen dicht zusammen. Die Larven leben in Mulm, sind langgestreckt, vorn etwas breiter.

Dritte Gruppe (Tetramera),

An allen Füßen nur höchstens vier sichtbare Tarsalglieder.

Familie der Erbsenkäfer (Bruchida). (Erbsenkäfer, Bruchus pisi, Taf. 26, Fig. 13.) Kopf schnauzenförmig, abwärts gerichtet. Oberlippe hervortretend; Taster frei; Fühler lang, derb; Körper kurz, gedrungen. Larven und Lebensart wie bei den Rüsselkäfern. Die Larven leben besonders in Samen von Schotengewächsen und richten oft bedeutenden Schaden an. — Die abgebildete Art in Erbsen.

Familie der Rüsselkäfer (Curculionida). Die Käfer dieser Familie haben meist einen elliptischen Leib und einen mehr oder weniger rüsselförmigen Kopf, an dessen Seiten die Fühler stehen. Die Mundöffnung befindet sich vorn an der Spitze des Rüssels; die Freßwerkzeuge sind nur sehr klein, die Taster unbedeutend, kegelförmig, ohne Zergliederung kaum sichtbar; die Kiefer sehr scharf, beilartig, oft gezähnelt. Die Fühler stehen bei den Gattungen mit deutlichem, langem Schnabel meist in der Mitte desselben oder etwas weiter nach vorn und sind entweder gekniet oder einfach fadenförmig. Bei den geknieten Fühlern ist das erste Glied ungemein lang, stabförmig, die andern Glieder kurz, zuweilen gesägt oder binsenförmig, das oder einige letzte Glieder oft zu einem Knopfe verdickt. An den Seiten des Rüssels sieht man dann eine schiefe Furche, die Fühlergrube, die meist zu den Augen hinzieht und in die das erste Glied des geknieten Fühlers eingelegt werden kann. Die an der Basis des Rüssels stehenden Augen sind klein, zuweilen ausgeschnitten; das Halsschild viereckig, hinten breiter, die Flügeldecken gerippt oder gekörnt und so hart, daß viele dieser Käfer nur schwer mit einer Nadel gespießt werden können. Die Tarsen sind viergliederig; nur selten findet sich ein sehr kleines, fünftes Glied in einer Höhlung des Schienbeins verborgen. Das vorletzte Tarsalglied meist herzförmig, zweigelappt; das letzte mit doppelter Klaue.

Die Larven dieser Käfer haben weder Füße noch Augen; sie bohren im Innern von Bäumen, Wurzeln, Früchten und Samen und spinnen sich bei der Verpuppung eine Hülle aus feiner Seide. Die Larven sowol, wie die Käfer richten große Verheerungen in Pflanzungen und Fruchtvorräthen an.

Man hat mehrere Gruppen unter den zahlreichen Gattungen unterschieden: Curculionida mit langem Rüssel und geknickten Fühlern. Zu ihnen gehört die Gattung Calandra, von welcher eine Art, Calandra granaria, ihre Eier in das reife Getreide legt. Die Larve (der schwarze Kornwurm, Calandra granaria, Taf. 26, Fig. 14) höhlt das Getreidekorn aus und verpuppt sich darin. Millionen kleiner Käferchen (in der Abbildung ist sehr vergrößert) schlüpfen aus einem Getreidehaufen aus.

Einer andern Gruppe fehlt die Fühlergrube. Sie hat einen kürzern Rüssel und einfache Fühler. Hierher gehört der Rebenstecher (Rhynchites betuleti, Taf. 26, Fig. 15), der Käfer frißt die jungen Sprossen an, sticht die Blätter an, um die Eier hineinzulegen. Die Larven schaben die Blätter ab; der rothe Kornwurm (Apion frumentarius); Apion pomonae, der Apfelwurm.

Familie der Borkenkäfer (Bostrychida). Die Käfer haben einen länglichen platten Leib, sind meist nur klein und weniger hart als die Rüsselkäfer. Der Kopf ist kurz, platt, ohne Rüssel, die Fühler dick, mit einem großen, derben, meist geringelten Endknopf versehen, der meist die Hälfte der Fühler beträgt. Das breite Halsschild deckt oft einen Theil des Kopfes, der darunter zu hängen scheint. Die Füße haben stets vier Tarsalglieder; die hintern stehen weit von den übrigen ab; bei einigen sind die Schienen gezähnelt. Die Larven sind augenlos und ihre Füße so kurz und unscheinbar, daß sie manchen Beobachtern entgingen. Käfer und Larven dieser Familie leben meist in lebenden Bäumen, und zwar vorzugsweise an Bast und Splint, wodurch die Safteirculation verhindert wird und die Bäume verdorren. Der Borkenkäfer (Bostrychus typographus; Bostrychus dispar, Taf. 26, Fig. 17), der eigenthümliche, verschlungene arabischen Buchstaben ähnliche Gänge bohrt, hat besonders im Harz öfters ungeheuere Verheerungen in den Nadelholzwäldern angerichtet. Man nennt die Krankheit der Bäume, die er verursacht, die Wurmtrockniß. Einige etwas abweichende Gattungen dieser Familie wohnen in Schwämmen; von andern werden im Larvenzustande die Pflaumen im Innern zernagt (Pflaumenstutzkäfer, Scolytus pruni, Fig. 18); wieder andere arbeiten in Wurzeln, z. B. des Klees (Kleewurzelkäfer, Hylesinus trifolii, Fig. 16), und sind dadurch der Landwirthschaft schädlich.

Familie der Bockkäfer (Longicornia). Die zu dieser Familie gehörigen, meist großen und schönen Käfer haben einen länglichen Körper, dessen Rücken meist flach, die Bauchseite dagegen stark gewölbt ist. Der Kopf ist vorgestreckt, frei, meist schmäler als das kleine, viereckige Halsschild, das oft mit Spitzen und Zacken verziert ist. Augen länglich, nierenförmig ausgeschnitten, in dem Ausschnitte ist meist das Fühlerauge eingelenkt. Fühler fadenförmig, meist wenigstens ebenso lang als der Körper, oft noch bedeutend länger, sehr selten kürzer. Zunge häutig ausgeschnitten, zweispaltig; Unterkinnlade einfach, spitzig. Füße lang, deutlich viergliederig; das Klauenglied an der Wurzel

it einem kleinen Knöpfchen versehen, sodaß die Füße
entlich fünf Glieder haben; vorletztes Tarsalglied
ts, das zweite häufig herzförmig ausgeschnitten,
wammig. Die Käfer (Alpenbockkäfer, Rosalia al-
na, Taf. 26, Fig. 19) halten sich in Wäldern und am
olze auf; die oft sehr großen Larven bohren alle in
olz, besonders im Stamme lebender Bäume, haben
en flachen rundlichen Kopf ohne Augen und ent-
der gar keine oder nur sehr kleine, kaum Gelenke
gende Füße. Ihre Kiefern sind, wie die aller an-
n Holzbohrer, kurz, aber sehr stark und schneidend.
e meisten Käfer dieser Familie geben durch Reiben
s Halsschildes an den Flügeldecken einen knarrenden
n von sich.

Familie der Blattkäfer (Chrysomelina). Körper
rungen, meist hoch gewölbt; Kopf wenig frei;
gen seitlich; Fühler fadenförmig, meist elfgliederig.
erlieser gewöhnlich zweispitzig; Taster kurz. Fuß-
uen meist gezähnt. Die meist metallisch gefärbten
ser (Blattkäfer der Zitterpappel, Lina tremulae,
f. 26, Fig. 20) leben nebst ihren kurzen, meist
chgedrückten Larven, welche deutlich entwickelte Beine
ben und meist warzig, mit Dornen besetzt und viel-
big sind, vorzugsweise von den grünen, saftigen
eilen, Blättern und Sprossen, der Blattpflanzen
j denen sie oft große Verheerungen anrichten.
ele Larven haben die Eigenthümlichkeit, ihre Ex-
mente auf ihrem eigenen Rücken aufzuhäufen,
: es scheint, zum Schutze, so z. B. die be-
nten ekelhaften Larven des schön feuerrothen Li-
käfers (Crioceris); andere machen sich selbst Ge-
ise aus diesem Stoffe. Die abgebildete, grün oder
u metallisch glänzende Art findet sich in größter
ufigkeit auf Pappeln und Weiden. Zu dieser Fa-
ie gehören auch die so schädlichen Erdflöhe (Hal-
). Kleine Käferchen mit auf der Stirne sehr nahe
ammenstehenden Fühlern und dick geschwollenen
interbeinen, die wie Flöhe springen, aber auch sehr
t fliegen, und deren Larven die Blätter unserer Ge-
iesepflanzen miniren.

Vierte Gruppe (Trimera).

Nur drei deutlich erkennbare Tarsalglieder an allen Beinpaaren.

Familie der Schwammkäfer (Endomychida). Kör-
: oval; Kopf klein; Halsschild in Form eines Tra-
es. Fühler länger als Kopf und Halsschild zusam-
ngenommen, an der Spitze meist knopfartig verdickt.
is Halsschild viel schmäler als die Flügeldecken
andet. Palpen nicht beilförmig endend. Hinter-
ie weit voneinander abstehend. An den Tarsen
r drei Glieder; das vorletzte meist lappig. Meist
ine Käfer, die in Pilzen und Schwämmen leben,
rin sich auch die kurzbeinigen Larven finden. Die
gebildete, stark vergrößerte Art (Schwammkäfer,
coperdina bovistae, Taf. 26, Fig. 21) lebt im gif-
en Bovist.

Familie der Marienkäfer (Coccinellida). Körper
nd, hoch gewölbt, unten platt; Kopf klein, frei;
ihler kurz, fadenförmig oder gering keulenförmig;
rdertaster groß, mit beilförmigem Endgliede. Hals-
ild breit, kurz; Füße kurz, dreigliederig; vorletztes
rsalglied tief gelappt Beim Berühren lassen sie
ien scharfen gelben Saft aus den Fugen der Beine
rvortreten. Lebendige Käfer (Marienkäfer, Cocci-
lla septempunctata, Taf. 26, Fig. 22), die gern flie-
n und sich, wie die langbeinigen, langhaarigen, röhrigen
rven, von Blattläusen nähren, die sie in Menge
rtilgen.

Ordnung der Hautflügler oder Immen (Hymenoptera).

Insekten mit beißenden Mundtheilen, ringförmigem, am Rücken verwachsenem Prothorax und häutigen, gleichartigen Flügeln. Vollkommene Verwandlung.

Die Insekten, welche dieser Ordnung angehören, lassen alle deutlich die drei großen Abtheilungen des Körpers, Kopf, Brust und Hinterleib, und meist selbst in der Art getrennt wahrnehmen, daß diese Stücke durch Stiele miteinander verbunden sind. Der Kopf (Bienenkopf, von vorn gesehen, Taf. 26, Fig. 23. Man sieht die Stirne mit den drei Nebenaugen und den seitlichen großen Augen. a Fühler; e Kinnbacken (Mandibeln); f Oberlippe; b Kinnladen (Maxillen); d Lippentaster; c Zunge) ist meist viel breiter als lang und so gestellt, daß die Mundwerkzeuge senkrecht nach unten schauen; die Fühler sind von mittlerer Länge, wol niemals länger als der Körper, meist borstenförmig oder gekniet, selten keulenförmig und nur bei wenigen Gattungen gekämmt oder gesägt. Die zusammengesetzten Augen stehen stets an der Seite des Kopfes und sind meistens bei den Männchen viel größer, als bei den Weibchen, sodaß sie sich manchmal auf dem Scheitel berühren. Auf der Stirn, in dem Raum zwischen den Fühlern und den Augen, stehen drei kleine kugelige Nebenaugen, welche nur äußerst selten bei ungeflügelten parasitischen Gattungen fehlen. Die Mundwerkzeuge bestehen bei allen Hautflüglern aus einer ziemlich kleinen Oberlippe und aus zwei starken, in ihrem ganzen Umfange hornigen Kiefern, welche meistens auf ihrer innern Fläche gezähnelt sind, und zwar in der Weise, daß die Zähne ineinanderpassen. Die Kinnladen sind meist schwach, häutig, oft so sehr verlängert, daß sie eine Art Scheide um die dann gleichfalls verlängerte Zunge bilden; ihre Taster sind stets deutlich, oft stielförmig verlängert. Die Unterlippe ist stets groß, ihre Taster deutlich, und in den meisten Fällen erscheint sie doppelt gespalten und ihr mittlerer Theil, die Zunge, mehr oder minder verlängert und beweglich, während die Seitentheile (Paraglossae) als Nebenanhänge sich zeigen. Die meisten Hautflügler bedienen sich dieser Zunge und der daran angelehnten Kinnladen als eines Schöpfrüssels, um süße Pflanzensäfte, namentlich Honig, aus den Blumen zu saugen, und man hat deswegen auch wol gesagt, daß bei ihnen die Zunge zum Saugorgan umgewandelt sei. Indeß scheint ein wahrhaftes Saugen durch Herstellen eines luftleeren Raums in der That bei den Hautflüglern nicht stattzufinden; sie gebrauchen vielmehr ihre Zunge etwa in ähnlicher Weise zum Schlappen, wie die Hunde sich der ihrigen beim Saufen bedienen.

Die Brust besteht immer aus drei deutlichen, eng miteinander verbundenen Ringen, von denen indessen der erste meist nur sehr klein, der zweite nur selten verlängert oder mit Spitzen bewaffnet ist. Die vier Flügel sind in ihrer Structur gleich, oft von sehr zierlichen, netzförmigen Adern durchzogen, die aber in manchen Fällen den Unterflügeln gänzlich und den Vorderflügeln bis auf einige Rudimente fehlen. Die Vorderflügel sind stets weit größer als die Hinterflügel. Bei vielen Gattungen fehlen den Weibchen, oder den Geschlechtslosen, die Flügel gänzlich; bei andern fallen sie nach dem Begattungsgeschäfte ab oder werden sogar von den Thieren selbst entfernt. Die Füße sind meist schlank und dünn, die Tarsen stets aus fünf Gliedern zusammengesetzt, und meist zwischen den beiden Endklauen ein kleiner mittlerer

Fußballen wahrnehmbar. Der Hinterleib ist gewöhnlich walzenförmig, mehr oder minder gestreckt, und sitzt entweder mit seiner ganzen Fläche oder nur mit einem dünnern Stiele, der zuweilen sehr verlängert ist, an dem hintern Ende der Brust; bei manchen Gattungen ist sogar diese Einlenkungsstelle weit oben auf den Rücken versetzt, sodaß es manchmal scheint, als wäre der Stiel der Mittelbrust eingepflanzt.

Die Weibchen sämmtlicher Hautflügler sind an dem hintern Ende des Leibes mit einem eigenthümlichen Apparate versehen, welcher je nach besondern Modificationen seiner Structur bald als Legesäge (terebra), bald als Stachel (aculeus) bezeichnet wird, indessen stets nach demselben Typus gebaut ist. Es besteht derselbe im wesentlichen aus einem mittlern, bei den Legesägen meist geraden und ziemlich geräumigen, bei den Stacheln säbelförmig gekrümmten Halbkanale, der mit dem Ende des Eileiters in Verbindung steht und in dessen Rinne zwei scharfe, meist an ihrem Ende gezähnelte Spitzen auf und nieder bewegt werden können. Mit diesem Stilet stehen verschiedene Hornstücke in Verbindung, welche sattelartig das Ende des Mastdarms und des Eileiters umgeben und starken Muskeln zum Ansatz dienen, die theils zur Bewegung des Stilets im ganzen, theils zum Hin- und Herziehen der innersten Borsten bestimmt sind. Bei den eigentlichen Stacheln sind diese Hornstücke stets nur kurz und im Innern des Leibes verborgen; bei den Legeröhren aber senden sie meistens Fortsätze nach hinten, die eine zweiklappige Scheide um das Stilet bilden. Zuweilen sind diese Theile, das Stilet wie seine beiden Klappen, länger als der Körper, oft aber können sie gänzlich zurückgezogen werden und treten nur dann hervor, wenn das Thier verwunden oder behufs des Ablegens seiner Eier ein Loch bohren will. Die eigentlich verwundenden Theile, durch deren Hin- und Herziehen auch das Sägen oder Bohren bewerkstelligt wird, sind die beiden innern Stachelborsten, während die Halbrinne des Stilets sowie die äußern Klappen nur zur Fixation des ganzen Apparats dienen.

Das Nervensystem besteht meist aus dem Gehirn, zwei Brustknoten und fünf bis sechs Bauchknoten, deren beide letztern oft miteinander verschmolzen sind. Der Verdauungskanal ist meistens sehr einfach; der lange Schlund zeigt meistens eine dünnwandige Erweiterung, die sich zuweilen zu einem förmlichen Saugmagen abschnürt, der mittels eines kurzen Stiels in den Mund einmündet; Magen und Darm sind bei denjenigen Hautflüglern, welche lange leben, vielfach gewunden, bei den andern fast gerade; die Harngefäße sind sehr zahlreich und meistens vielfach gewunden, die Speicheldrüsen meist ziemlich verästelt, traubenförmig und oft gänzlich in dem Kopfe verborgen. Die Luftröhren vereinigen sich in zwei seitlichen Hauptstämmen, aus welchen die Aeste an die Körperorgane ausgehen, zeichnen sich aber durch vielfache blasige Anschwellungen aus, die besonders oft in dem Hinterleibe eine ungemeine Größe erreichen. Die Zahl der Eierröhren wechselt von einer einzigen bis zu hundert und mehr auf einer Seite, und stets sind diese Eierröhren mehrkammerig, sodaß manche Weibchen eine ungemeine Fruchtbarkeit entwickeln können. Die Samentasche ist stets vorhanden und bei denjenigen Weibchen, welche nach einer einmaligen Begattung zuweilen selbst Jahre hindurch befruchtete Eier legen, ziemlich groß. Die Samenthierchen erhalten sich lange Zeit in der Samentasche unverändert am Leben. Durch diese Einrichtung wird der Fortbestand und die Erneuerung der jährlichen Gesellschaften, welche bei vielen Hautflüglern vorkommen, einzig ermöglicht, indem die Weibchen sich im Herbst begatten, dann in irgendeinem Schlupfwinkel überwintern und dennoch durch die in ihrer Samentasche aufgespeicherte Samenmasse fähig sind, im Beginn des Frühjahrs befruchtete Eier und damit den Grund einer neuen Gesellschaft zu legen. In der nächsten Beziehung zu den weiblichen Geschlechtstheilen steht bei den stacheltragenden Hautflüglern eine meist aus zwei gewundenen Schläuchen bestehende Drüse, welche wahrscheinlich freie Ameisensäure absondert, die sich in einer eigenen Giftblase sammelt und durch die Halbrinne des Stachels beim Stechen in die Wunde ergossen wird. Die männlichen Geschlechtstheile bestehen aus zwei, meist traubenförmigen Hoden, in deren Ausführungsgänge noch zwei Nebendrüsen einmünden. Die röhrenförmige Ruthe wird von zwei Paar Hornklappen, die den Scheiden der Legeröhre analog sind, eingeschlossen. Giftdrüse und Stachel fehlen den männlichen Hautflüglern durchaus.

Mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen, deren Larven durch den Besitz von sechs echten und mehreren falschen Füßen den Raupen ähnlich sehen, haben die Hautflügler fußlose Larven mit einem wurmförmigen Körper und hornigem oder selbst weichem Kopfe, an dessen Ende meist zwei starke, gekrümmte Kiefer und kurze Kinnladen mit Tastern hervorstehen. Die Larven puppen sich alle nach kurzer Zeit ihres Lebens und spinnen sich zu diesem Ende eine gewöhnliche regelmäßige Hülle von Seidenfaden. Da sie fußlos sind, so sorgen die Mütter für das Emporkommen der hülflosen Würmchen entweder durch Proviantirung ihres Nestes, wonach sie das Ei sicher vorgeschriebenen Entwickelungsgange überlassen, oder sie füttern auch die Larven täglich mit Nahrung, die sie für die Nachkommenschaft sammeln. Gewöhnlich werden die Larven der in Gesellschaft lebenden Hautflügler gefüttert, während die Einsamen ihre Larven ein für allemal mit Nahrung versehen. Der eingetragene Proviant besteht theils aus Honig und Blumenstaub, theils aus lebenden, durch einen Stich gelähmten Insekten. Wir werden weiter unten einige merkwürdigen Erscheinungen näher ins Auge fassen, welche bei dieser Sorge für die Jungen beobachtet wurden.

Gruppe der Stachelträger (Aculeata).

Weibchen und Arbeiter mit einem zurückziehbaren Giftstachel bewaffnet.

Familie der Bienen (Apida). (Hinterfuß der Arbeitsbiene, Taf. 26, Fig. 24; Königin, Fig. 25; Drohne, Fig. 26; Arbeiterin, Fig. 27.) Die Bienen zeigen einen gemeinsamen Charakter in der Structur der Hinterfüße, an welchen das erste Glied der Tarsen bedeutend verbreitert ist und eine bald länglich viereckige, bald mehr dreieckige Platte darstellt, die noch mit Haaren oder Bürsten versehen ist, und zum Eintragen des Blumenstaubes dient. Die Kauwerkzeuge der Bienen sind sehr verschieden von denen der Wespen; die Oberlippe ist klein, schildförmig, die Kiefer mehr oder minder hakenförmig, innen scharf und entweder glatt oder nur mit einem Zahne versehen, die Kinnladen, meist außerordentlich verlängert, schmal, oft säbelförmig, ihre Taster klein, meist sechsgliedrig, die Lippe gewöhnlich ungemein lang, fadenförmig, am Grunde mit zwei Schuppen und mit langen Haaren versehen; sie bildet einen Schöpfrüssel, womit der Honig aufgesaugt wird. Die Flügel sind meist von gleich, die vordern weit größer als die hintern, der

ib an vielen Stellen behaart, was zur Sammlung
s Blumenstaubes benutzt wird, der bei den einen
den Hinterfüßen (Apis, Bombus, Anthophora,
ntris, Xylocopa), bei andern an dem Bauche (Os-
a, Megachilus, Anthocopa, Anthidium), bei andern
der Brust (Panurgus, Andrena, Halictus, Ancyla,
lletes) gesammelt, geballt und so nach Hause ge-
gen wird. Bei allen einsam lebenden Bienen fin-
t sich nur zweierlei Individuen, Männchen und
eibchen, während bei den geselligen verkümmerte
eibchen, Geschlechtslose oder Arbeiter vorkommen,
lchen hauptsächlich die Einsammlung der Vorräthe
d die Sorge für die Jungen obliegt.

Die Lebensart der verschiedenen Bienen zeigt sehr
chselnde Verhältnisse. Es gibt eine Gruppe (Psi-
rus, Phileremus, Melecta, Nomada), deren Lar-
n auf Nahrung von Honig und Blumenstaub an-
wiesen sind, ohne daß die Mütter im Stande wären,
sen zu sammeln und einzutragen. Die zu dieser
uppe gehörigen Gattungen legen ihre Eier in ähn-
per Weise wie die Goldwespen in die Nester der
rigen Bienen, besonders der einsam lebenden, und
daraus entstehenden Larven, die sich weit schneller
wickeln als der rechtmäßige Bewohner, zehren die
für denselben bestimmte Nahrung auf und weihen
n dadurch dem Hungertode. In einer andern Gruppe
utaema, Anthophora, Macrocera, Melitурga) bauen
Weibchen eigentliche Nester, die aus einem Haufen
n Zellen bestehen, deren jede zum Wohnsitz einer
we bestimmt ist. Jede dieser Zellen wird mit einem
enthümlichen Brei, der aus Honig und Blumen-
ub zusammengeknetet ist und der Larve bis zu ihrer
twickelung hinreichende Nahrung bietet, angefüllt.
ie Zelle wird dann, nachdem ein Ei hineingelegt
, geschlossen und die Larve ihrer weitern Entwicke-
ng überlassen. Die meisten dieser Nester werden in
r Erde oder in Mauern angelegt (Colletes, An-
ena, Megachilus, Panurgus, Halictus) und die
llen aus einem erhärteten Teige gebaut, den die
ienen zuerst mit ihren Kinnbacken durcharbeiten und
nn mit den Beinen und dem Munde formen. An-
re Gattungen, die man Mauerbienen genannt
t (Chalicodoma, Osmia, Heriades, Chelostoma),
nutzen zu ihren Nestern den Mörtel der Mauern,
d fertigen außerordentlich harte klumpenartige Ge-
luse an, welche etwa wie Schwalbennester an Mauern
d Wänden angeklebt werden und wo zuweilen die
llen mit zierlich geschnittenen Pflanzenblättern aus-
sfüttert werden. Megachila. Noch andere (Centris,
ylocopa) bohren in altem Holze einen Gang, an
ssen Ende sich die in verschiedenen Stockwerken über-
nanderliegenden Zellen befinden.

Die geſellig lebenden Bienen (Apis, Meli-
ona, Bombus) sind die einzigen, welche ein wahres
örbchen an dem ersten Tarsalgliede des Hinterfußes
sitzen, in welchem die sogenannten Höschen, d. h.
ie in einen Klumpen geballte Ladung von Blumen-
aub, nach Hause getragen werden. Ihre Gesell-
haften sind bald jährig, wie diejenigen der Hummeln,
ald dauernd, wie die der Honigbienen, und ihre
lester zeichnen sich stets dadurch aus, daß die für die
Larven bestimmten Zellen nur aus einem eigenthüm-
ichen Absonderungsstoffe, dem Wachse, gebildet wer-
en. Dieses Wachs wird in dünnen Blättchen zwischen
en Schienen des Hinterleibes an bestimmten Stellen
bgelagert, dort hervorgezogen und mittels des Spei-
hels erweicht und verarbeitet.

Die Hummeln bauen die unregelmäßigsten Nester.
Das befruchtete Weibchen gräbt eine Vertiefung in die
Erde, die breit und wenig tief ist, und überwölbt diese
Höhlung mit einer Moosdecke, welche sie innen mit
einer dünnen Wachsschicht auskleidet. Sobald dies Nest
einige Ausdehnung erlangt hat, so trägt die Hummel
Honig und Blumenstaub ein, den sie zu einem Teige
verarbeitet und zu unregelmäßigen Kugeln ballt; in
diese Masse legt sie die Eier, und während die bald
ausgeschlüpften Larven innen fressen, fügt das Weib-
chen von außen stets neue Massen von Futter hinzu,
sodaß der unregelmäßige Haufen einer Trüffel nicht
unähnlich sieht. Die Larven verpuppen sich nun, in-
dem sie sich Zellen spinnen, welche einem Fingerhute
nicht unähnlich sehen; aus den Puppen kommen kleine
Weibchen hervor, welche ihrer Mutter sogleich in den
Arbeiten helfen, indem sie die unterdeß herangewachsenen
Larven füttern und die übrigen leergewordenen Finger-
hutzellen mit Honig füllen. Aus den gefütterten Lar-
ven entstehen kleinere Männchen, und Weibchen, die
sich begatten und von denen nachher die Weibchen
ebenfalls bei den Arbeiten helfen; erst gegen das Ende
des Sommers werden diejenigen Eier gelegt, aus denen
die Männchen und Weibchen der großen Rasse hervor-
kommen, welche bestimmt sind, die Art über den Winter
fortzupflanzen. Sobald die Individuen dieser größern
Rasse sich begattet haben und die Kälte beginnt, so
löst sich die Gesellschaft auf; die noch vorhandenen
Larven und Puppen werden aus den Zellen heraus-
gerissen und umgebracht; die Individuen der kleinern
Rasse sowie die Männchen kommen vor Hunger und
Kälte um, und die überbleibenden Weibchen der größern
Rasse gründen im Frühjahr eine neue Gesellschaft.

In einem gewissen Gegensatze zu den jährlichen Ge-
sellschaften stehen die dauernden Gesellschaften,
welche von den Honigbienen und den eigentlichen
Ameisen gebildet werden. Die Wohnungen, welche
von diesen Thieren errichtet werden, dienen nicht nur
zur Erziehung der Jungen während des Sommers,
sondern auch zur Herberge der ganzen Gesellschaft
während des Winters. Die Gesellschaften der
Bienen bestehen immer aus einem einzigen Weib-
chen, der sogenannten Königin, aus 600—1000
Männchen, den Drohnen, und aus 15—30,000
verkümmerten Weibchen, den Arbeiterinnen, welche die
Sorge für die Jungen und für das Einsammeln der
Vorräthe allein tragen. Auch hier wird die Gesell-
schaft, welche sich neu bildet, stets nur von dem ein-
zigen Weibchen gegründet, das aber sogleich von einer
verhältnißmäßigen Anzahl Männchen und Arbeiter be-
gleitet wird. Die neuen Bienengesellschaften entstehen
im Laufe des Sommers, indem eine gewisse Anzahl
von Männchen und Arbeitern, mit einem Weibchen
an der Spitze, den Mutterstock verlassen; man nennt
dies das Schwärmen. Der erste Schwarm, welchen
eine Gesellschaft liefert, wird von den ursprünglichen
Bewohnern des Stocks gebildet, die darin überwinter-
ten, also von einem befruchteten Weibchen und einer
Anzahl Arbeiter; sie verlassen den Stock, um ihrer
Nachkommenschaft Platz zu machen, und fliegen, in
dickem Haufen der Königin folgend, so lange umher,
bis diese sich irgendwo niederläßt. Die wilden Bienen
wählen zu ihrer Ansiedelung die Löcher hohler Bäume;
bei den zahmen benutzt man die Niederlassung der
Königin, um sie in einen neuen Stock zu fassen. So-
bald die Königin sich fixirt hat, so beginnen unmittel-
bar die Arbeiten. Zuerst werden alle Ritzen und Zu-
gänge bis auf ein kleines Flugloch mit einem [illegible]
Stopfwachse (propolis) zugeklebt, und dann die Waben
begonnen, die aus doppelten Schichten [illegible]
Zellen bestehen, welche mit den Böden aneinander-
stoßen. Die Waben sind an der Decke des Stocks
senkrecht aufgehängt und durchweg mit Wachs gebaut.

welches sich in dünnen Blättchen zwischen den Schienen des Hinterleibes bildet und von der Biene mittels der Kiefer und der Füße verarbeitet wird. Die südamerikanischen Honigbienen (Melipona) bilden dagegen aufrecht stehende, krugähnliche Zellen, ähnlich den Amphoren, welche sie mit Honig füllen und mit engem Halse und Deckel schließen. Zugleich mit dem Bau der Waben beginnt das Eintragen des Honigs, den die Biene in ihrem Saugmagen nach Hause bringt und durch Erbrechen in die Zellen entleert, und des Blütenstaubes, der in der Form von Höschen an den Hinterbeinen getragen wird und innerhalb des Stocks zu einer eigenthümlichen Masse, dem sogenannten Bienenbrote, verarbeitet wird, das besonders zur Nahrung der Larven dient. Sobald die Waben und ihre Zellen einigermaßen im Baue vorgerückt sind, so beginnt die Königin, die noch von dem vorigen Jahre her befruchtet ist, das Eierlegen. In jede Zelle wird ein Ei an den Boden geheftet; anfangs legt die Königin nur Arbeitereier, nach einiger Zeit aber werden Zellen gebaut, welche um zwei Drittel größer sind als die gewöhnlichen Vorraths- und Arbeiterzellen, und in denen die Drohnen sich entwickeln. Nach den Drohnenzellen erst bauen die Arbeiter einige wenige Zellen, höchstens sechs bis zehn, von der Form einer Flasche oder einer langgestreckten Birne, die irgendwo an die Waben angeklebt werden, senkrecht mit der Oeffnung nach unten schauen und zur Erziehung von Königinnen bestimmt sind. Eine einzige solche Zelle enthält etwa so viel Wachs als hundert Arbeiterzellen. Die Königin legt zuletzt in jede dieser Zellen ein einziges Ei. Sie lebt vier bis fünf Jahre. Die Eier entwickeln sich mit verschiedener Schnelligkeit. Die wurmartige Larve schlüpft nach drei Tagen aus; die ganze Entwickelungszeit von dem Legen des Eies an bis zum Ausschlüpfen der vollkommenen Biene beträgt für eine Königin 16 Tage, für eine Arbeiterin 20 Tage, für eine Drohne 24 Tage, und die Unterschiede sind hauptsächlich durch den Puppenzustand bedingt, der bei der Königin 8, bei der Arbeiterin 11, und bei der Drohne 14 Tage dauert. Während der Larvenzeit werden die fußlosen weichen Würmchen von den Arbeiterinnen sehr sorgsam gefüttert, und die Zelle, sobald sie sich verpuppen, mit einem Wachsdeckel geschlossen. Die dem Ausschlüpfen nahe junge Königin bringt einen eigenthümlichen Ton hervor (Tüten); sobald dies gehört wird, versammelt die alte Königin einen Theil des Volks und wandert aus, um einen neuen Hausstand zu bilden (Schwärmen). Die erste der auskriechenden Königinnen tödtet sogleich nach ihrer Geburt die noch in der Zelle eingeschlossenen weiblichen Puppen und bleibt fortan an der Spitze der Gesellschaft; schlüpfen mehrere Weibchen zugleich aus, so kämpfen sie so lange untereinander, bis eine überbleibt; ist aber unglücklicherweise die alte Königin durch schlechtes Wetter am Schwärmen verhindert worden, bevor die jungen Königinnen ausschlüpfen, so werden diese letztern von ihr ohne Gnade umgebracht, ohne daß die Arbeiter sich widersetzen. Geht durch irgendeinen Zufall die Königin zu Grunde, ohne daß Larven oder Puppen im Stocke vorhanden sind, so bilden die Arbeiter sich dadurch eine neue Königin, daß sie eine Arbeiterlarve, die noch nicht drei Tage alt ist, in eine königliche Zelle bringen und mit königlichem Futter nähren; in diesem Falle entwickeln sich die Geschlechtstheile, während dieselben bei dem gewöhnlichen Arbeiterfutter rudimentär bleiben. Die junge Königin verläßt bald nach ihrem Ausschlüpfen in Begleitung der Drohnen den Stock, begattet sich, wie dies die meisten Hautflügler thun, hoch oben in der Luft, kehrt dann in den Stock zurück und legt nun Eier in derselben Reihenfolge, wie erst Arbeitereier, dann Drohneneier, zuletzt Eier für Königinnen. Die Puppen der letzten werden aber zur Zeit des Ausschlüpfens von den Arbeitern beißen, und die Königin von ihrer Tödtung zurückgehalten. Sobald sie dies bemerkt, verläßt sie mit den übrigen Arbeitern den Stock und bildet einen neuen Schwarm, indem sie während des ganzen Jahres nur Arbeitereier legt, bis zum nächsten Frühjahre, wo derselbe Kreislauf der Erscheinungen beginnt, den wir so eben beschrieben. Während des Winters hören die Arbeiten in den Bienenstöcken auf; vorher aber, im Monat August, werden sämmtliche Drohnen, die der Gesellschaft angehören, von den Arbeitern umgebracht.

Die Familie der **Wespen** (Vespida) (Wespe, Vespa vulgaris, Taf. 26, Fig. 28) theilt mit derjenigen der Bienen ihre Geselligkeit in Wohnung und Bau. Es kommen bei ihnen nur fruchtbare Weibchen und Männchen, keine sogenannten Geschlechtslosen vor; dagegen legen bei einigen Gattungen (Polistes) auch die unbefruchteten Weibchen im Sommer Eier, aus denen sich Weibchen entwickeln. Die meisten füttern ihre Jungen und füttern die Larven gemeinschaftlich mit Honig auf; es finden sich indeß auch darin Uebergänge zu den Grabwespen, daß einige Gattungen (Odynerus, Masaris, Synagra) die gemeinschaftlich gebauten Nester mit lebenden Insekten verproviantiren. Der **Kopf** der Wespen ist meist breit; die Stirn kurz, nach dem Ende hin etwas verdickt; die Netzaugen kurz, aber sehr kräftig, fast ebenso breit als lang; schief abgestutzt und mit vier Zähnen versehen; die Zunge kurz, beinahe herzförmig; die Augen ausgeschnitten; die Schienen der Hinterbeine gestachelt, die Tarsen aber ohne irgendwelche Erweiterung. Die Oberflügel werden der Länge nach in der Ruhe gefaltet, ein Charakter, welcher nur dieser Familie zukommt. Die Gesellschaften der Wespen gehören, wie diejenigen der Hummeln, zu den Sommergesellschaften, die sich im Winter auflösen und im Frühjahr von den befruchteten Weibchen, welche die Kälte in irgend einem Schlupfwinkel überstanden haben, neu begründet werden. Die Nester der Wespen sind stets von Papier verfertigt, das von der Wespe aus gekautem Holze gebildet wird, und wovon sie Stückchen für Stückchen ankleht und dann mit der Zunge glättet. In dem Neste der gewöhnlichen Wespe, das in einem geräumigen Höhle unter der Erde angelegt wird, während die Hornisse das ihre in hohle Bäume, andere Arten es ganz frei an einem Stiele aufhängen, finden sich vier bis zehn horizontale Kuchen, aus einer einzigen Schicht sechseckiger senkrechter Zellen gebildet, während bekanntlich in den Bienenstöcken die senkrechten Waben aus zwei Schichten horizontaler Zellen bestehen, die mit den Böden aneinanderstoßen. In den Wespennestern sind die horizontalen Waben durch leere Zwischenräume getrennt, welche den Wespen gestatten, überall umherzugehen, und die Festigkeit des Ganzen wird durch Pfeiler hergestellt, welche hier und da die einzelnen Waben miteinander verbinden. Das Wespennest enthält stets nur wenigen Vorrath von Honig, da die Larven unmittelbar mit dem gefüttert werden, was die Wespen von ihren Ausflügen heimbringen. Diese sammeln gewöhnlich Honig, oder Stücke von süßen Früchten, greifen aber auch gern solche Insekten an, die Honig sammeln, wie namentlich Bienen und Fliegen; in der Noth begnügen sie sich indeß auch mit andern Insekten und sonstigen halbfaulen Stoffen, besonders Fleisch, welches sie ihren Larven zutragen. Diese haben im Gegensatze zu den Bienenlarven fast

fer, welche denen der vollkommenen Insekten ähnsind, und mit welchen sie an den Wänden ihrer len kratzen, sobald sie Hunger empfinden.

Familie der Grabwespen (Crabronida). Nur ännchen und Weibchen, keine Gesellschaften. Flügel ht faltbar, meist reich geadert. Kopf breit; Fühler z, bei beiden Geschlechtern gleich lang. Kiefertaster ysgliederig, Lippentaster viergliederig. Schenkel glatt, hienbeine der meist langen Hinterbeine gewöhnlich tachelt, sodaß sie leicht graben können. Prothorax igförmig. Die abgebildete Art (Sandwespe, Amphila sabulosa, Taf. 26, Fig. 29) sehr häufig an ndigen Orten.

Familie der Wegwespen (Pompilida). Unterheidet sich von der vorigen nur durch die langen ühler, die beim Weibchen kürzer sind als beim Männn, und durch den seitlich nach hinten bis zur Flügelurzel verlängerten Prothorax. Die abgebildete Art Wegwespe, Pompilus viaticus, Taf. 26, Fig. 30) i sandigen Wegen.

Beide Familien, die man deshalb auch oft unter em gemeinsamen Namen der Grabwespen zuammenfaßt, haben dieselbe Lebensart und Sitten. Sie leben einsam, niemals in gemeinsamen Nestern nd in Gesellschaft; beide Geschlechter sind vollkommen eflügelt, und die Weibchen tragen Sorge, den an inem geschützten Orte lebenden Larven die bis zu hrer Einpuppung nöthige Nahrung beizugeben, welche ast immer aus lebenden Insekten besteht. Die meisten iefer Thiere bohren zu diesem Zwecke Gänge in die Erde oder in Holz, wo sie der Larve nebst ihrem Proviant ein Nest bereiten; andere mauern selbst mit Sand und Mörtel förmliche Zellen auf, in welchen die Larve verborgen ist. Der Proviant, welchen diese Thiere ihren Larven beigeben, besteht aus lebenden Insekten und Larven aller Ordnungen, sowie auch aus Spinnen, welche in dem Neste aufgeschichtet und allmählich von der sich entwickelnden Wespenlarve verzehrt werden. Eine jede Grabwespe verproviantirt ihr Nest nur mit einer bestimmten Art von Thieren, und während die einen sich mit leichter Mühe der Raupen oder Larven bemächtigen, die ihnen keinen Widerstand entgegensetzen können, so kostet es den andern oft einen harten Kampf, bevor sie eine Biene, eine Spinne oder gar eine Küchenschabe überwältigt haben. Meist siegen diese Wespen durch Ueberraschung, indem sie plötzlich auf ihre Beute losstürzen, die im ersten Schrecken regungslos stehen bleibt und ehe sie ihre Flucht bewerkstelligen kann, von den scharfen Kiefern der Wespe an dem Kopfe gepackt wird. In demselben Augenblicke biegt die Grabwespe ihren schlanken Hinterleib unter den Bauch der Beute und bohrt den Stachel an irgendeiner weichen Stelle ein. Die Verwundung hat unmittelbar eine eigenthümliche Lähmung des Getroffenen zur Folge; das gestochene Thier kann meistens noch seine Beine schwach bewegen, ist aber sonst in einem Zustande, wie wenn es in tiefen Schlaf versunken wäre, sodaß es ihm unmöglich ist, zu stehen, zu gehen oder irgendeine willkürliche Bewegung auszuführen. In diesem gelähmten, willenlosen Zustande bleiben die getroffenen Thiere nicht nur tage-, sondern wochen- und monatelang am Leben und erhalten sich frisch und weich, ohne einzutrocken, sodaß die Larve, welche sie verzehren soll, die gehörige Nahrung aus ihnen ziehen kann, während sie doch unfähig sind, dem unbehülflichen, fußlosen Wurme, welcher sie auffrißt, auch nur den mindesten Widerstand entgegenzusetzen.

Die Familie der Goldwespen (Chrysida) besteht aus kurzen, dickleibigen Wespen, deren runder Hinterleib meist abgeplattet und auf der untern Fläche so ausgehöhlt ist, daß das Insekt ihn wie ein Schild unter die Brust schlagen und auf diese Weise sich förmlich zusammenkugeln kann. Der so gebildete Hinterleib scheint nur aus drei Ringeln zusammengesetzt, da die übrigen hintern Ringel nach innen eingeschoben sind. Die Fühler der Goldwespen sind gekniet und aus dreizehn Gliedern zusammengesetzt, von denen das erste sehr lang ist und den Stiel der Geisel bildet. Die Adern der Flügel sind meist sehr unvollständig entwickelt; die Legeröhre ist nur kurz, aber dick und stark, sodaß die Thiere empfindlich damit stechen können; da sie aber nicht in Verbindung mit einem Giftbläschen steht, so ist auch dieser Stich bei weitem nicht so empfindlich oder bösartig, als derjenige der eigentlichen stacheltragenden Hautflügler, zu welchen die Goldwespen den Uebergang bilden. Die Larven der Goldwespen, soweit man sie bisjetzt beobachtet hat, leben hauptsächlich in den Nestern der Grabwespen und der einsamen Bienen, deren Larven sie auffressen. Die Goldwespen schleichen sich in diese Nester ein, indem sie den Augenblick abpassen, wo die Biene oder Grabwespe sich entfernt, um Provision zu holen; die Goldwespe legt dann ihre Eier an Stellen, wo sie von der heimkehrenden Erbauerin des Nestes nicht leicht entdeckt werden können; oft indeß werden sie bei diesem Geschäft von jener überrascht und mit äußerster Wuth angegriffen, wo ihnen dann die Fähigkeit, sich zusammenzukugeln, ein vortreffliches Vertheidigungsmittel bietet.

Familie der Wespenameisen (Heterogyna). Die vollkommenen Insekten sind groß, stark behaart, namentlich an den kurzen dicken Beinen, und haben kurze, an der Spitze verdickte Fühler, die besonders beim Weibchen sehr kurz sind. Der Stiel des eiförmigen Hinterleibes erscheint so kurz, daß besonders beim Männchen der Hinterleib unmittelbar an der Brust angefügt scheint. Die Weibchen sind entweder, wie bei den Gartenwespen (Scolia), geflügelt, aber in Form und Farbe von den Männchen verschieden, oder wie bei Mutilla und ähnlichen Gattungen, gänzlich ungeflügelt und so sehr von den Männchen verschieden, daß man sie sogar andern Familien zutheilte. Die einzige Art von Scolia, deren Haushalt bisjetzt beobachtet wurde, sucht die Larve des Nashornkäfers, welche hauptsächlich in Gartenerde lebt, an ihrem Wohnorte auf und klebt ihr, aber ohne sie zu stechen ein Ei auf den Rücken, aus dem später die Larv hervorgeht, welche den Engerling des Nashornkäfer auffrißt, der so groß ist, daß er zwei Larven de Gartenwespe genügende Nahrung bieten könnte.

Die Weibchen der in Europa lebenden Mutillen (Spinnenameise, Mutilla europaea, Taf. 26, Fig. 31) gleichen in der Gestalt großen Ameisen und halten sich, wie ihre Larven, in Hummelnestern auf.

Familie der Ameisen (Formicida). Die Ameisen leben in ständigen Gesellschaften, welche aus stets geflügelten Männchen, aus zur Begattungszeit geflügelten Weibchen und aus stets ungeflügelten Arbeitern zusammengesetzt sind. Der Kopf dieser Thiere ist dreieckig, durch einen Stiel von der Brust geschieden, mit scharfen, massiven, auf der innern Fläche gezähnelten Kiefern versehen; die Augen sind klein, meist rund; die Fühler geiselförmig geknickt, das erste Glied lang und gerade, das Ende aus vielen kleinen Gliedern zusammengesetzt. Die Brust erscheint lang, zusammengedrückt; der Hinterleib bestielt, und zwar ist dieser Stiel entweder aus einer Schuppe oder aus einem bald einfachen, bald doppelten Knoten gebildet. Viele Ameisen besitzen einen Stachel, andern aber geht der-

selbe ab und sie besitzen dafür die Fähigkeit, die in der Giftblase enthaltene Flüssigkeit, wasserfreie Ameisensäure, eine Strecke weit zu spritzen. (Gelbe Ameise, Formica flava, a Arbeiterin, b Männchen, Taf. 26, Fig. 32; braune Waldameise, Formica herculeana, Fig. 33 Weibchen, Fig. 34 Arbeiterin.)

Die Gesellschaften der Ameisen haben einen noch verwickeltern Haushalt als die der Bienen. Die meisten dieser Thiere bauen sich unter der Erde an, indem sie Gänge, Zellen und Kammern aushöhlen und mit verhärtetem Lehm überwölben. Auch diejenigen Wohnungen, welche über der Erde, hauptsächlich aus Holz zusammengetragen sind, besitzen einen unterirdischen Theil, in welchen sich die Ameisen bei drohender Gefahr oder im Winter zurückziehen. Alle Gesellschaften bestehen aus geflügelten Weibchen, kleinern Männchen und noch kleinern ungeflügelten Arbeitern; meistens unterscheidet man bei diesen letztern zwei Rassen, eine größere, welcher die Vertheidigung der Wohnung obliegt, und eine kleinere, der die speciellen Arbeiten des Haushaltes zufallen. Bei den amerikanischen Wanderameisen bestehen die zahlreichen Truppen, die in langen Colonnen marschiren, nur aus kleinern Arbeitern; die Individuen der größern Rasse marschiren ganz in ähnlicher Weise wie Offiziere zur Seite der Colonnen, und man sieht sie häufig auf überragende Zweige oder Blätter klettern und von diesem erhöhten Standpunkt aus den Zug der Truppen aufmerksam beobachten.

Die Ameisen sammeln durchaus keine Vorräthe ein, sondern fallen im Winter in eine Art Schlaf, während dessen sie keine Nahrung zu sich nehmen. Während der Sommerszeit nähren die Arbeiter nicht nur sich, sondern auch die Larven, die Weibchen und die Männchen, welche alle unthätig sind, mit allen möglichen organischen Stoffen, besonders aber mit süßen Pflanzensäften, die ihnen namentlich durch die Blattläuse verschafft werden, indem diese auf dem Hinterleibe zwei Röhren besitzen, aus welchen von Zeit zu Zeit ein süßer Honig quillt, welchen die Ameisen sehr begierig auflecken. Die Blattläuse werden von den Ameisen mit der größten Sorgfalt behandelt, von abgestorbenen Zweigen und Sprossen auf frische, lebende Blätter versetzt und mit den Fühlhörnern so lange geliebkost, bis sie Honigsaft von sich geben. Die meisten Arten von Ameisen bauen von ihrem Neste aus bedeckte Wege, wahre Kunststraßen, nach den Bäumen und Sträuchern, auf denen sich die Colonien ihres Melkviehes befinden; andere bringen selbst solche Blattläuse, welche an Wurzelstöcken hausen, in ihre Nester, wo sie sie den Winter über halten. Außer der Sorge für die Nahrung und Fütterung der übrigen Glieder der Gesellschaft bestehen die hauptsächlichsten Beschäftigungen der Arbeiterameisen noch besonders in der Wartung der Puppen, der sogenannten Ameiseneier, welche sie beständig zwischen ihren Kiefern umherschleppen, um sie bald an die Sonne, bald tiefer hinab in die Gänge zu tragen, sowie in der Sorge für das Haus, dessen Zugänge am Morgen geöffnet, am Abend aber regelmäßig geschlossen werden.

Einige Arten von Ameisen zeigen noch verwickeltere Verhältnisse in ihrem Haushalte. Die geschlechtslosen Individuen der blutrothen und der röthlichen Ameise (Polyergus), welche in unsern Gegenden vorkommen, arbeiten selbst nicht, sondern machen nur förmliche Kriegszüge, um die Stöcke anderer Ameisen zu überfallen und die Puppen der Arbeiter daraus zu rauben. Meistens ist ihre Taktik die, daß sie plötzlich einen benachbarten Ameisenhaufen überfallen, und wenn seine Bewohner sich zur Wehre stellen, mit der Hauptmasse eine förmliche Schlacht liefern, während detachirte Haufen die Flügel des Feindes umgehen und den Stock desselben ausplündern. Das Schlachtfeld ist nach einem solchen Kampfe mit Leichen bedeckt, beide Theile beißen sich mit der größten Erbitterung herum; die Verwundeten und Kampfunfähigen werden von ihren Freunden aus dem Getümmel an sichere Orte zurückgeschleppt. Die geraubten Puppen entwickeln sich später in der Wohnung der Räuber und versehen dort förmliche Sklavendienste, indem sie allein alle Arbeiten des Haushaltes übernehmen, ihre unthätigen Räuber füttern und deren Larven besorgen. So entstehen jene gemischten Ameisengesellschaften, in welchen viererlei Individuen existiren: Männchen, Weibchen und kriegführende Individuen (sogenannte Amazonen) der einen Art, und arbeitende Sklaven einer andern Art.

Die Gründung neuer Ameisengesellschaften geschieht in folgender Weise: Im August verlassen ungeheure Schwärme geflügelter Männchen und Weibchen am Nachmittag die Stöcke und begatten sich in der Luft. Die Männchen sterben fast unmittelbar nach der Begattung; die meisten Weibchen werden von den Arbeitern eingefangen und in den Stock zurückgebracht, wo sie besonders im nächsten Frühjahr Eier legen. Die nicht eingefangenen befruchteten Weibchen reißen sich zuerst die Flügel aus, welche sehr lose auf Stummeln stehen, und höhlen dann einen Gang in die Erde aus, dem sie Kammern beifügen, in welche sie Arbeitereier legen. Sobald diese sich entwickelt haben, helfen sie ihrer Mutter bei ihren Arbeiten, überwintern mit ihr und führen dann im nächsten Frühjahr die Wirthschaft weiter, während das Weibchen ganz in ähnlicher Weise, wie bei den Bienen, sich nur noch mit Eierlegen beschäftigt, und auch dieselbe Reihenfolge beibehält, indem es erst Arbeitereier, dann männliche und weibliche Eier legt.

Gruppe der Bohrwespen (Terebrata).

Das Weibchen besitzt einen von zwei seitlichen Klappen umgebenen Legebohrer (Terebra), der nicht ganz in den Leib zurückgezogen werden kann und oft sehr lang ist.

Außerordentlich zahlreich ist die Familie der eigentlichen Schlupfwespen (Ichneumonida), die meist einen langen, schmalen Körper, kleinen, queren Kopf, ovale Brust und langen Hinterleib haben, der bald sehr dünn gestielt ist, bald auch mit seiner ganzen Breite aufsitzt. Die Fühlhörner sind meist sehr lang, borstenförmig, selten gezähnelt oder keulenförmig, und bei dem lebenden Insekte fast beständig in lebhaft vibrirender Bewegung; die Mundtheile lassen sich nur schwierig unterscheiden, die Kiefer sind dick und gezähnt, die Unterlippe sehr klein, ihre Taster viergliederig, während die Ladentaster fünf Glieder haben, von denen das zweite breit und dreieckig ist; die Flügel besitzen sehr wohl ausgebildete Netzadern, und die Füße sind meist sehr lang, dünn, aber niemals zum Springen tauglich. Die Legeröhre wechselt außerordentlich in ihrem Verhältniß zum Körper; bei einigen Gattungen ist sie kaum sichtbar, bei andern, welche besonders ihre Eier in die Larven geselliger Hautflügler legen und hierzu die Nesthüllen derselben durchbohren müssen, ungemein lang, ja selbst länger als der ganze Körper. Sie besteht aus zwei hornigen Scheiden und einem mittlern Stilet, welches selbst wieder aus einer Halbrinne und zwei gezähnelten Stachelborsten zusammengesetzt ist, die das eigentliche Bohrinstrument bilden. Man hat in dieser überaus zahlreichen Familie, welche nur in Deutschland mehrere

send Arten zählt, einige Unterfamilien unterschieden, Hungerwespen (Evanida) mit sehr langer Lege- re und dünngestieltem, meist auf dem Mittelrücken springendem Hinterleibe; die eigentlichen Ichneu- niden mit zwei, und die Braconiden mit nur m rücklaufenden Nerven in den Oberflügeln. Die der Raupe des Kieferschwärmers als Larve lebende einbauchwespe (Microgaster nemorum, Taf. 26, .35) gehört zu dieser Gruppe.

Die Familie der Schwanzwespen (Proctotru- a) besteht zum größten Theil aus sehr kleinen, fast roskopischen Insekten (Kleinschlupfer, Teleas tere- ns, Taf. 26, Fig. 36), welche durch den Mangel Flügelnerven und die häufig verdickten Beine, so- durch die Structur der Mundtheile der vorigen milie nahe stehen, sich aber von ihr durch die aden, niemals geknickten Fühler, den Mangel ner che vorn an dem Kopfe und die meist matten, keln Farben des Körpers unterscheiden. Die Lege- re kann nur bei wenigen zurückgezogen werden, hrend sie bei den meisten Gattungen frei hervor- t; die Larven leben besonders in Eiern von andern sekten, sowie in den Larven von Zweiflüglern.

Familie der Springwespen (Chalcidida). Meist r kleine Schlupfwespen, mit schmalem, querem Kopfe d kurzen Fühlern von wechselnder Gliederzahl und stalt, die aber stets gebrochen oder geknickt, am de keulenförmig gesägt oder gefiedert sind und en erstes, stielartig verlängertes Glied in einer ierfurche der Stirn geborgen werden kann. Die undorgane sind denen der vorigen Familie sehr nlich, mit Ausnahme der Unterlippe, welche lang d schmal ist und mit einem breiten runden Lappen digt; die Brust ist meist hochgewölbt und buckelig, Hinterleib rund und mit einem kurzen Stiele an Brust befestigt. Die Flügel haben meist gar keine rven, oder nur einen kurzen Randnerven, der quer die Flügelfläche hineingeht und plötzlich endet. Bei meisten Gattungen sind die Hinterschenkel sehr dickt und oft mit Spitzen und Dornen versehen; ige Weibchen sind vollkommen flügellos; ihre Lege- re ist meistens ziemlich lang, gerade und wird bei meisten in dem Bauche verborgen, bei andern r säbelartig über die Rückenfläche des Hinterleibes egt. Die Insekten sind meistens fast mikroskopisch, r mit lebhaft glänzenden Metallfarben geziert, und wickeln sich oft zu Hunderten und Tausenden, selbst den Eiern anderer Insekten.

Man kann die bisher abgehandelten Familien unter n gemeinsamen Namen Schlupfwespen zusammen- sen, da sie alle eine gemeinsame Lebensart und liche Industrie besitzen. Die Weibchen legen näm- ihre Eier entweder in die Nester oder unter die ut anderer Insekten, und die Larven nähren sich asitisch von der Körpersubstanz der Thiere selbst, lche sie bewohnen. Besonders häufig sind die Lar- anderer Insekten, die Raupen der Schmetterlinge B., den Angriffen der Schlupfwespen ausgesetzt. s Ei wird von dem Weibchen mittels der spitzen geröhre in einem Nu unter die Haut der Raupe hoben, und die auskriechende fußlose Larve nährt besonders von dem Fettkörper der Raupe, ohne zum Leben nöthigen Organe anzugreifen. So mmt es denn häufig, daß die Raupen, welche nicht viele Bewohner dieser Art beherbergen, noch benskraft genug besitzen, um sich in Puppen zu wandeln, daß die Parasiten sich dann im Innern Puppe ebenfalls verwandeln, und daß endlich s eines Schmetterlings eine oder mehrere Schlupf- spen aus der Puppe hervorbrechen. Indeß werden nicht nur die Raupen der Schmetterlinge, sondern auch Larven, Puppen und vollständige Insekten aller Ordnungen von den Schlupfwespen angegriffen; ja man kennt einzelne Gattungen, deren Larven sogar auf Kosten schon parasitisch lebender Larven sich ernähren. So legt die Gattung Hemiteles ihre Eier nur in die Larven von Schlupfwespen, welche schon im Innern von Schmetterlingsraupen schmarotzen, namentlich solcher aus der Familie der Braconiden; und während die Braconidenlarve den Fettkörper der Raupe verzehrt, wird ihr eigener Fettkörper wieder von der Larve des Hemiteles aufgefressen. In ähnlicher Weise sticht das Weibchen von Chrysolampus nur solche Blattläuse an, in denen schon die Larve eines Aphidius schmarotzt, und weiß mit seiner Legeröhre den Schmarotzer in der Blattlaus so zu treffen, daß das Ei im Innern seines Körpers abgelagert wird. Alle die schmarotzenden Larven dieser Schlupfwespen sind wurmförmig, weich, weißlich, durchaus fußlos oder höchstens mit fleischigen Wärzchen statt Füßen versehen; sie bilden nackte Puppen im Innern der Thiere, auf deren Kosten sie lebten, und nur wenige Gattungen spinnen sich eine Art Hülse, zu welcher sie meist Stücke der Raupenhaut verwenden.

Die Familie der Gallwespen (Cyniphida) besteht aus einer Anzahl meist sehr kleiner, träger Insekten, die durch eine ungemeine Entwickelung des Bruststücks buckelig erscheinen. Der Kopf ist klein, quer gestellt, die Brust breit, hoch, eiförmig, der Hinterleib gewöhnlich rund und durch einen kurzen Stiel mit dem Bruststücke verbunden. Meist ist der Leib an seinem hintern Ende zusammengedrückt und endet dort in zwei Klappen, welche die außerordentlich dünne und feine Legeröhre einschließen. Die Fühler sind gerade, mitten auf der Stirn eingelenkt, aus dreizehn bis funfzehn Gliedern zusammengesetzt, kürzer bei den Weibchen; die Oberlippe sehr klein; die Kiefer kurz, dick, am Rande gezähnelt; die Kinnladen am Ende mit einem großen, häutigen Lappen versehen; Kiefertaster kurz, fünfgliederig, Lippentaster rudimentär. Die Flügel sind sehr zart und durchsichtig und zeigen nur sehr wenige, unbedeutende Adern, die sogar bei einigen Gattungen gänzlich fehlen.

Die Gallwespen legen ihre Eier unter die Oberhaut der Pflanzen, in das Zellengewebe derselben, indem sie mit ihrer Legeröhre, die aus einer einfachen Halbscheide und zwei darin verborgenen gezähnelten Borsten besteht, ein Loch in die äußere Hülle sägen, in welches sie dann ihr Ei einschieben. Die Verwundung erzeugt bei den Gewächsen eine hohle, meist harte Geschwulst, in deren Innern dann die fußlosen Larven leben und sich von dem Marke des Gallapfels nähren. Zuweilen verpuppen sich die Larven im Innern der Galläpfel selbst; andere bohren sich hervor, und verpuppen sich in der Erde. In den meisten Galläpfeln lebt nur eine Larve; es gibt indessen auch Arten, wo man mehrere Hunderte von Larven, Puppen oder Fliegen in derselben Pflanzengeschwulst antrifft. Andere Hautflügler mit langer Legeröhre bringen oft ihre Eier in diese Galläpfel hinein, und die daraus entstehenden Larven fressen die rechtmäßigen Bewohner derselben auf und entwickeln sich auf Kosten derselben. Die Galläpfel der Eichen, welche von einer besondern Art (Cynips gallae tinctoriae) hervorgebracht werden, dienen ihres großen Gehalts an Gerbsäure wegen zur Herstellung schwarzer Farbe und besonders der Tinte. Die abgebildete Art (Rosengallwespe, Rhodites; rosae, Taf. 26, Fig. 38) bildet den sogenannten Bedegar der Rosen.

Gruppe der Sägewespen (Phytophaga).

Der Legebohrer hat die Gestalt einer Säge. Die Larven nähren sich von Pflanzentheilen.

Die Holzwespen (Urocerida) haben einen beinahe runden Kopf, der meist der Brust unmittelbar aufsitzt, und einen cylindrischen Körper, an dessen hinterm Ende die sehr starke, sägeförmige Legeröhre hervorsteht. Die Fühler sind sehr lang, borstenförmig, aus vielen kleinen Gliedern zusammengesetzt und oft in der Form von Widderhörnern gekrümmt. Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei dreieckigen, starken, innen gezähnelten Kiefern, sehr rudimentären Kinnladen mit kurzen zweigliederigen Tastern und einer schmalen Unterlippe, die längere viergliederige Taster trägt. Die Flügel sind starkzellig, die vordern weit größer als die hintern, und die Legeröhre der Weibchen außerordentlich stark und gezähnelt, sodaß sie tiefe Löcher in das festeste Holz bohren können. Die Larven der Holzwespen sind cylindrisch, gestreckt, mit hartem, hornigem Kopfe und sechs kleinen, gegliederten Füßen versehen, sodaß sie fast ganz das Ansehen von Käferlarven haben; sie bohren in lebendem Holze und verwandeln sich nach einigen Jahren, nachdem sie sich einen losen Seidencocon gesponnen haben.

Die Familie der Blattwespen (Tenthredinida) ist der vorigen in dem erwachsenen Insekte sehr ähnlich, unterscheidet sich aber hauptsächlich durch die oft sonderbar gestalteten Fühler, die bald keulenförmig, bald ausgezeichnet kammartig gestaltet sind, ferner durch die sechsgliederigen Kinnladentaster und die weit kürzere Legeröhre, welche indeß ebenso stark und sägeartig gezähnelt ist, als diejenige der vorigen Familie. Die meisten Blattwespen sägen die Blätter oder saftigen Stengel mit dieser Legeröhre an, worauf sich diese meist einrollen und so der jungen Larve Schutz gewähren; die Larven selbst haben einen hornigen Kopf und sechs hornige Brustfüße, sowie falsche Bauchfüße, wodurch sie den Schmetterlingsraupen sehr ähnlich sehen; sie unterscheiden sich aber von diesen gerade durch die Zahl der Afterfüße, indem sie wenigstens deren zwölf haben, ja selbst sechzehn haben können, während die Schmetterlingsraupen nur acht und höchstens zehn falsche Füße besitzen. Außerdem haben diese Afterraupen, wie man sie genannt hat, zwei einfache Augen auf der Stirn und zwei sehr kleine kegelförmige Fühler, die ebenfalls den echten Raupen abgehen; ihre Kiefer sind sehr dick und stark gezähnt; in der Ruhe rollen sie sich meist spiralförmig auf und spritzen, sobald man sie berührt, einen unangenehm riechenden Saft aus feinen, seitlichen Oeffnungen, die unter den Luftlöchern liegen. Alle diese Larven sind äußerst gefräßig, und manche richten an den Blättern der Bäume und Kräuter große Verheerungen an. Die meisten spinnen sich in der Erde oder unter abgefallenen Blättern ein und manche bleiben sehr lange Zeit als Larven in ihren Gespinsten.

Wir bilden einige besonders schädliche Blattwespen und deren Raupen ab; die, welche die Pflaumen anbohrt (Pflaumensägewespe, Tenthredo fuvicornis, Taf. 26, Fig. 39; Raupe der Pflaumenwespe, Fig. 40), die Zerstörerin der Rapspflanzen (Rapssägewespe, Tenthredo spinarum, Fig. 41; Raupe der Rapswespe, Fig. 42), die auf Birnbäumen lebende (Birnwespe, Lyda pyri, Fig. 43; Raupe der Birnwespe, Fig. 44), und endlich die Getreidewespe (Cephus pygmaeus, Fig. 45), deren Larve oft große Verheerungen anrichtet.

Ordnung der Schmetterlinge (Lepidoptera).

Insekten mit saugenden Mundtheilen, gänzlich verwachsenem Prothorax, vierhäutigen farbig beschuppten Flügeln und vollkommener Verwandlung.

Der Kopf der Schmetterlinge ist meist sehr klein und in den häufigsten Fällen so in das Brustschild eingesenkt, daß nur die großen, gewölbten Augen neben den Tastern und Fühlern hervorragen.

Die Fühler sind gewöhnlich verhältnißmäßig lang, sehr selten länger als der Körper und von verschiedener Gestalt, am häufigsten borstenförmig oder gegen das Ende hin knopfförmig verdickt, zuweilen bei Nachtschmetterlingen und namentlich bei Männchen kammförmig oder gefiedert; sie haben meist sehr viele Glieder, die eng aneinanderliegende Ringe bilden.

Die Augen sind meist sehr groß, vorstehend, rund oder halbrund, mit außerordentlich vielen Facetten versehen; die Nebenaugen fehlen meistens oder sind so unter den Haaren und Schuppen des Scheitels verdeckt, daß man sie erst nach Entblößung desselben auffinden kann. Die Mundwerkzeuge sind ganz zum Saugen eingerichtet und bestehen hauptsächlich aus den beiden außerordentlich verlängerten Kinnladen, welche die Form einer Halbkehle haben, sodaß sie beim Zusammenlegen einen hohlen Kanal, einen Rüssel bilden, der gewöhnlich spiralig eingerollt, an der Unterfläche des Kopfes getragen wird. Zuweilen erreicht dieser Rüssel eine ungemeine Länge, wie namentlich bei den Abendschwärmern, welche im Fluge aus Kelchblumen auszusaugen im Stande sind; nur in wenigen Fällen fehlt er ganz, und die vollkommenen Insekten leben dann nur wenige Tage, einzig mit der Fortpflanzung beschäftigt. Die Oberlippe der Schmetterlinge wird durch eine äußerst kleine dreieckige oder rundliche Hautfalte repräsentirt, welche oben auf dem Ursprunge des Rüssels aufliegt; die Kiefer sind zu zwei kleinen Höckerchen eingeschrumpft, die über und über behaart sind. Zu beiden Seiten der röhrenförmigen Kinnladen stehen zwei äußerst kleine Ladentaster, die gänzlich von den großen behaarten Lippentastern bedeckt werden, welche meistens dreigliederig sind und den Rüssel im aufgerollten Zustande zwischen sich nehmen; die Unterlippe selbst ist nur ein sehr kurzer häutiger Vorsprung, an dem diese großen Lippentaster eingefügt sind.

Die Brust, welche fast immer behaart ist, besteht meist nur eine ringförmige Vorderbrust wahrnehmen, hinter welcher Mittel- und Hinterbrust zu einem Stücke verschmolzen sind. Zu beiden Seiten der Vorderbrust und an der Basis der Vorderflügel eingelenkt liegen zwei häutige Lappen der Rückseite auf, welche man die Flügelschuppen (Pterygoda) genannt hat. Die Flügel selbst sind stets in der Vierzahl vorhanden und im Verhältniß zum Körper bedeutend groß; sie sind stets dicht mit mikroskopischen Schuppen bedeckt, welche oft sonderbare Formen haben, mit einer dünnen Wurzel in einer Vertiefung der Flügelhaut stehen, dachziegelförmig übereinanderliegen und öfters durch erhabene Rippen das auffallende Licht so brechen, daß ein eigenthümlicher, je nach der Ansicht in andern Farben schillernder Glanz entsteht. Nur bei wenigen Gattungen sind die Flügel theilweise nackt und durchsichtig, bei andern zum Theil gespalten und die Rippen federartig mit Haaren besetzt. Die Gestalt der Flügel wechselt außerordentlich und liefert ebenso constante Kennzeichen für die Unterscheidung der einzelnen Arten, als die Färbung und namentlich die Zeichnung, welcher zufolge die Farben vertheilt sind.

Der Umriß der Hinterflügel ist sehr verschieden und besonders bei vielen Tagschmetterlingen in lange Zacken nach hinten ausgezogen. Die Adern der Flügel sind wenig zahlreich und bilden nur eine geringe Anzahl von Zellen, deren Form und Größe für die Unterscheidung der einzelnen Gruppen von Wichtigkeit ist. In der Ruhe werden die Flügel sehr verschieden getragen. Die Tagschmetterlinge schlagen sie meist senkrecht in die Höhe; die Nachtschmetterlinge legen sie dachförmig über den Leib, sodaß die Vorderflügel die untern decken, oder breiten sie ganz aus. Einige Spinner, sogenannte Glucken, legen die obern Flügel in der Ruhe dachförmig, während sie die untern ausbreiten. Bei manchen Motten und Spinnern sind die Weibchen vollkommen ungeflügelt, während die sehr verschieden gestalteten Männchen Flügel besitzen. Die Füße der Schmetterlinge sind wie bei den übrigen vollkommenen Insekten gebildet, behaart oder beschuppt, die Tarsen fünfgliederig und an der Spitze mit zwei Klauen bewaffnet, zwischen denen meist noch ziemlich bedeutende Haftlappen stehen. Bei vielen Tagschmetterlingen ist das vordere Fußpaar klein, zum Gehen unbrauchbar oder selbst gänzlich verkümmert, sodaß sie nur eine Art behaarter Platten bilden, welche an der Seite der Brust hinaufgeschlagen werden. Der Hinterleib ist stets länglich, walzenförmig, aus sieben deutlichen Ringen zusammengesetzt, niemals mit einem Stachel oder einer Legeröhre versehen, dagegen manchmal mit eigenthümlichen Begattungswerkzeugen ausgestattet.

Die Eier der Schmetterlinge sind meist rundlich, ziemlich fest und werden von der Mutter an solchen Orten abgelagert, daß die ausschlüpfenden Räupchen sogleich die ihnen zukommende Nahrung finden. Viele Schmetterlingsmännchen wissen ihre Weibchen in einer Entfernung von mehrern Stunden zu finden, und begatten sich mit ihnen sogar, wenn die letztern schon an der Nadel angespießt sind. Die Eier der Schmetterlinge können eine sehr große Kälte ertragen, und in der That überwintern die meisten Gattungen als Eier oder als ruhende Puppen, während sie im Sommer als Raupen und Schmetterlinge sich zeigen.

Die Larven der Schmetterlinge, die allgemein unter dem Namen der Raupen bekannt sind, haben meist eine cylindrische, gestreckte Gestalt und zeigen stets außer dem hornigen Kopfe zwölf Ringe mit neun Luftlöchern auf jeder Seite und wenigstens zehn, höchstens sechzehn Fußpaaren. Die Mundwerkzeuge sind zum Kauen eingerichtet und bestehen aus zwei kräftigen, hornigen Kiefern, zwei Kinnladen mit sehr kleinen Ladentastern, zwei kleinen Lippentastern und einer warzenförmigen Unterlippe, deren Spitze von dem Ausführungsgange der Spinndrüsen durchbohrt ist. Die drei ersten Ringe des Raupenkörpers tragen die echten oder hornigen Füße, welchen mit kleinen Krallen besetzt sind und den Füßen des vollkommenen Insekts entsprechen; sie sind gewöhnlich nur sehr kurz, und dienen hauptsächlich zum Umklammern der Zweige, während die falschen Füße oder Bauchfüße, die an den hintern Körperringen stehen, wesentlich zum Gehen dienen und meist die Form von Schröpfköpfen haben, die noch obenein oft mit kleinen Haken besetzt sind. Der vierte, fünfte, zehnte und elfte Ringel der Raupen besitzen niemals falsche Füße. Bei den eigentlichen Spannraupen kommen nur vier an das hintere Körperende gestellte Paare falscher Füße vor, weshalb sie beim Fortschreiten den Raum gleichsam ausmessen, indem sie sich erst mit den Vorderfüßen anklammern und dann den Hinterleib nachziehen. Manchen Spinnern fehlt das hintere Paar der Bauchfüße ganz oder ist durch zwei lange Faden ersetzt. Einige Raupen von Tagschmetterlingen besitzen ganz sonderbare Fühlfäden im Nacken, die hervorgestülpt werden können. Die Körperbedeckung der Raupen ist äußerst mannichfaltig; viele sind nackt, andere über und über mit langen Haaren besetzt, welche leicht abbrechen, sich in die Haut einspießen und eine Art Nesselsucht veranlassen können; noch andere sind mit Dornen, Hörnern oder biegsamen Fortsätzen bedeckt, die ihnen sogar zuweilen beim Klettern behülflich sind. Die Farben sind äußerst mannichfaltig und ändern sehr oft durch die wiederholten Häutungen, welche während des Wachsthums der Raupe stattfinden. Die meisten Raupen verpuppen sich gegen den Herbst hin; nur einige verfallen im Spätsommer in eine Art Winterschlaf, aus dem sie erst im Frühling erwachen. Sie nähren sich meist von Blättern und grünen Pflanzentheilen, wenige bohren in Holz oder in Wurzeln; einige leben gesellig in Nestern und wandeln in Colonnen von einem Baume zum andern; die meisten sind einsam und ohne weitern besondern Instinct.

Zur Verpuppung sucht die Raupe einen sichern, geschützten Ort, meist an der Unterseite der Blätter und Zweige, in Spalten und Ritzen, unter dem Moose oder in der Erde. Die meisten spinnen entweder eine eiförmige Hülse von Seide, zu welchem Zwecke sie den Faden mehr oder minder regelmäßig schlingen, oder sie bleiben nackt und hängen sich dann bald einfach an dem Schwanzende auf, bald schlingen sie sich einen Faden um die Mitte der Brust, sodaß sie in wagerechter Stellung sich befinden. Die Puppen sind hornig, vorn dicker, hinten geringelt und zugespitzt und lassen meist von außen die Flügel, die Füße und oft auch den Rüssel erkennen. Durch mannichfaltige Hörner, Auswüchse, Stachel u. s. w. erhalten diese Puppen oft ein höchst bizarres Ansehen. Die meisten Tagschmetterlinge sowie die kleinen Nachtschmetterlinge bleiben nur vierzehn Tage bis einen Monat in der Puppe, während die größern Nachtschmetterlinge und die Schwärmer meistens als Puppe überwintern. Manche Puppen, welche in der Erde oder im Innern von Gewächsen in Gängen sich befinden, die von der Raupe gebohrt wurden, klettern gegen das Ende ihres Puppenstandes mittels eigener Stacheln an den Ringen in die Höhe bis an die Oberfläche, sodaß der auskriechende Schmetterling beim Sprengen der Puppenhaut unmittelbar in das Freie gelangt; andere Puppen zerstören selbst mittels ihrer scharfen Fortsätze und Hörner die von der Raupe gesponnene Hülle, und bei noch andern erweicht der Schmetterling dieselbe, und durchbricht sie dann, bevor seine Flügel hart geworden sind.

Gruppe der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera).

Familie der Tagfalter (Rhopalocera). Die Fühler sind an der Spitze keulenförmig verdickt; der Körper klein, Hinterleib dünn; die Flügel sehr groß, breit, in der Ruhe senkrecht nach oben geschlagen; Hinterflügel ohne Haftborste zur Befestigung an die Vorderflügel; Raupen nackt, mit Dornen oder Tuberkeln, selten behaart; Puppen nackt, am Hinterende oder mit einem Brustfaden befestigt, deshalb nur Leim Spinndrüsen bei den Raupen.

Edelfalter (Papilionida). Die verkürzten gestalteten Raupen sind meist [illegible] bei der Verpuppung in eigentümliche [illegible] sie sich mit der Schwanzspitze [illegible] dann noch einen Faden über [illegible] die Puppe wie in einer [illegible]

und schönsten Tagfalter gehören dieser Gruppe an, zu welcher besonders die herrlich gefärbten Falter der südlichen Zone gehören, welche durch die langen Schwänze der Hinterflügel sich auszeichnen, die sogenannten Ritter, zu welchen auch unsere Segelfalter (Papilio Podalirius) und Schwalbenschwänze (Schwalbenschwanz, Papilio Machaon, Taf. 26, Fig. 46; Raupe des Schwalbenschwanzes, Fig. 47; Puppe des Schwalbenschwanzes, Fig. 48), sowie die vielfach gesprenkelten Scheckenfalter (Thais), gehören deren Zickzackzeichnung eine Eigenthümlichkeit der Gattung ist. Einige Raupen dieser Familie zeichnen sich besonders durch die kurze, plattgedrückte, schildförmige Gestalt und die Schmetterlinge durch die sehr verschieden gefärbten Flügel aus, indem die Oberfläche meist einfarbig, goldig oder blau, die Unterfläche mit vielfachen kleinen Augenflecken besetzt ist. Zu den Edelfaltern gehören freilich auch die Weißlinge (Pierida), von denen einige erheblichen Schaden an den Obstbäumen, dem Kohl und den Rüben anrichten.

Hängefalter (Suspensa). Bei den Tagfaltern dieser Abtheilung stehen die Fühler auf dem Kopfe sehr nahe zusammen, dagegen sind die Vorderfüße bei den Männchen immer und bei den Weibchen größtentheils nur rudimentär und unfähig zum Gehen. Die meist dornigen, haarigen oder mit eigenthümlichen Fortsätzen besetzten Raupen hängen sich bei der Verpuppung senkrecht an der Schwanzspitze auf und bilden eine nackte, meist eckige Puppe. Hierher gehören die Schillerfalter (Apatura Iris), die Vanessa-Arten (Vanessa Antiopa, Trauermantel; Vanessa jo, Tagpfauenauge; Vanessa cardui, Distelfalter; Vanessa polychloros, großer Fuchs) und der schöne Admiral (Vanessa Atlante, Fig. 49; Raupe des Admirals, Fig. 50; Puppe des Admirals, Fig. 51).

Dickköpfe (Hesperida), kleine Schmetterlinge mit kurzem, dickem, gedrängtem Körper und dickem Kopfe, deren Fühler seitlich weit voneinander bei den Augen eingelenkt sind; die Flügel werden in der Ruhe nur halb aufgerichtet, die Füße sind alle vollkommen ausgebildet und die Hinterschienen mit zwei Seitenstacheln bewaffnet (Dickkopf, Hesperia comma, Fig. 52). Die Raupen haben einen dicken, queren Kopf, dünnen, walzenförmigen, nackten Körper; die Puppen sind walzenförmig, ohne Ecken, und ruhen in einem Gewebe, das aus zusammengewickelten Blättern besteht.

Familie der Abendschwärmer (Sphingida), meist ziemlich große Schmetterlinge mit langem, walzenförmigem, hinten zugespitztem Leibe, der mit enganliegenden Schuppen bedeckt ist, und kurzen Fühlern, die gegen die Spitzen hin etwas verdickt sind und oft mit einer dünnen, gewöhnlich hakenförmig umgebogenen Borste abschließen. Zuweilen sind diese Fühler auf der Innenseite gesägt oder mit abwechselnden Haarbündelgruppen besetzt. Der Rüssel ist gewöhnlich sehr lang, oft viel länger als der Körper, nur selten kurz; die Flügel lang und schmal, besonders die Vorderflügel, und in der Ruhe dachförmig übereinandergelegt. Die Schmetterlinge schwärmen meistens mit lautem Summen nach Sonnenuntergang, und saugen im Fluge Honig; die Raupen sind stets nackt, walzenförmig, mit sechzehn Füßen und einem Horne auf dem vorletzten Ringel versehen, das nur selten durch eine Platte ersetzt ist; sie verpuppen sich meist in der Erde und erscheinen im nächsten Frühjahr als vollkommene Thiere.

Die Hummelschwärmer (Hummelschwärmer, Macroglossa bombyliformis, Fig. 53) verlieren meist sehr schnell die Schuppen auf den Flügeln; die Raupe des abgebildeten Tannenpfeils (Tannenpfeil, Sphinx pinastri, Fig. 54) lebt auf Fichten.

Die Familie der Holzbohrer (Xylotropha) besteht aus sehr verschiedenartigen Gruppen, deren Raupen aber alle in Holz bohren. Die eine Gruppe (Cossida) umfaßt einige große, dickleibige, dichtbeschuppte Nachtschmetterlinge (Weidenbohrer, Cossus ligniperda, Fig. 55) mit gesägten oder gezähnelten Fühlern, harten, schweren Flügeln, kurzen Rüsseln und meist unscheinbaren schmutzigen Farben. Die langen, lederartig harten, nackten, plattgedrückten Raupen bohren im Holz oder nagen Wurzeln ab und können hierdurch bedeutenden Schaden anrichten; sie bilden ein festes grobes Gespinst, in welches zernagte Pflanzentheile eingewebt sind. Die andere Gruppe, Hornißschwärmer (Sesiida), Hornißschwärmer, Trochilium apiforme, (Fig. 56) hat glasartige Flügel, ebenso wie der Leib in der Gestalt der Schwärmer; die Raupen unterscheiden sich aber nicht wesentlich von den vorigen.

Die Familie der Widderhörnchen (Zygaenida) besteht meist aus kleinen Schmetterlingen (Weißfleckige Syntomis Phegea, Fig. 57) mit dickem, walzenförmigem Leibe und schmalen, abgerundeten Flügeln, die nur spärlich sparsam mit Schuppen bedeckt sind, ja bei einigen so glashell und durchsichtig erscheinen, wie die Flügel der Hautflügler. Die Fühler sind meist ziemlich lang, gegen das Ende hin verdickt, an der Spitze hornig umgebogen; sie sind stark beschuppt, bei den Männchen oft gezähnt oder doppelt gekämmt; der Rüssel fein und dünn. Die kurzen, sparsam behaarten sechzehnfüßigen Raupen spinnen sich in einen länglichen Cocon ein, der eine pergamentartige Consistenz hat. Die Schmetterlinge fliegen fast nur bei brennender Sonnenscheine.

Familie der Bären (Euprepida), Flügel groß, lebhaft gefärbt, fleckig; Hinterleib dick; Raupen sehr dicht und lang behaart, sonst den vorigen ähnlich. Die Raupe der abgebildeten Art (Bär, Arctia caja, Taf. 27, Fig. 1) im Grase; überwintert als Raupe.

Die Familie der Spinner (Bombycida) umfaßt eine Anzahl von Nachtschmetterlingen, deren Männchen stets kammförmige Fühler besitzen, die oft sehr ausgezeichnet gefiedert sind. Die Taster sind stets kurz, der Rüssel sehr kurz und zuweilen gänzlich verschwunden. Brust und Leib sind gewöhnlich dicht behaart und ziemlich dick, die Flügel groß, abgerundet. Die Raupen haben alle 16 Beine und zeigen hinsichtlich ihrer Bekleidung alle Zwischenstufen von gänzlicher Nacktheit bis zu der dichtesten Behaarung und Bewaffnung mit langen, spitzen Borsten, die bei der Berührung abbrechen. Alle diese Raupen spinnen sich zur Verpuppung ein mehr oder weniger dichtes Gehäuse von reiner Seide, das bei mehrern Arten zu industriellen Zwecken benutzt wird. Die Seidenraupe, Seidenspinner, Bombyx mori (Männchen, Taf. 26, Fig. 58; Weibchen, Fig. 59; Raupe, Fig. 60; Puppe, Fig. 61), ist die einzige Art, welche in Europa cultivirt wird. Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf die Bedingungen der Seidenzüchterei näher eingehen, in welcher man die Raupen so lange nährt, bis sie sich vollkommen eingesponnen haben.

Jeder Cocon besteht nur aus einem einzigen Faden, und da der Schmetterling beim Ausschlüpfen denselben vielfach durchbricht und zerstört, sodaß man ihn nicht mehr abspinnen kann, so tödtet man die Puppen in den Cocons durch Hitze und läßt nur so viele am Leben, als zur Nachzucht nöthig sind. In neuerer Zeit sind manche andere ausländische Arten, die mehr oder minder dem großen Nachtpfauenauge (Saturnia pyri) ähnlich sind, zur Seidenzucht eingeführt worden. Die Verschiedenheiten zwischen Männchen und Weibchen sind stets bedeutend, und häufig haben die letztern ver-

immerte, oder sogar durchaus keine Flügel. Viele Raupen leben gesellig und werden sehr schädlich durch ihren Fraß.

Die Familie der Eulen (Noctuida) umfaßt Nachtschmetterlinge von meist dunkeln Farben, aber mit sehr constanten Zeichnungen, die oft eine sehr bedeutende Größe erreichen, stets nur borstenförmige oder höchstens gekerbte Fühler besitzen und deren Lippentaster nur kurz sind und mit einem kleinen, dünnen Gliede endigen: der Rüssel ist meist lang, der Hinterleib kegelförmig, dünn behaart, meist nur mit eng anliegenden Schuppen bekleidet. (Ypsilon, Plusia gamma, Taf. 26, Fig. 62; Kohlraupe, Noctua brassicae, Fig. 63.) Die Raupen sind lang, gestreckt, oft abgeplattet, kurz behaart und meist von den Baumrinden, an denen sie sitzen, schwer zu unterscheiden; sie haben gewöhnlich 16 Füße und besonders lange Nachschieber; ihre Puppen sind in einen laxen, schlecht gearbeiteten Cocon eingeschlossen. Die bekannte Kohlraupe frißt sich in der Mitte des Kohlkopfs ein.

Familie der Spanner (Geometrida). Die Schmetterlinge dieser Familie haben große, breite Flügel, welche ihnen viele Aehnlichkeit mit den Tagschmetterlingen geben. Die Fühler sind bei den Männchen gekämmt oder gefiedert, die Taster gewöhnlich kurz, der Körper schlank; die Flügel werden in der Ruhe ausgebreitet. Die Raupen sind lang, dünn, walzenförmig, nackt oder sehr sparsam behaart und gleichen meist dürren Baumzweigen; sie haben gewöhnlich nur zehn Paar Beine und spannen deshalb beim Schreiten, da der ganze Mittelleib keine Füße trägt; in der Ruhe halten sie meist den Vorderkörper aufrecht, indem sie sich nur mit den falschen Füßen anklammern, und manchmal beharren sie stundenlang unbeweglich in dieser ermüdenden Stellung. Die Puppen sind nackt und meist nur mit wenigen Fäden angeheftet. Manche Weibchen haben gar keine Flügel, wie die abgebildete Art: der Frostspanner (Hibernia defoliaria Taf. 27, Fig. 2—4; a Männchen, b ungeflügeltes Weibchen, c Raupe). Die Raupen sind durch Abfressen der Knospen den Obstbäumen sehr schädlich.

Gruppe der Kleinschmetterlinge (Microlepidoptera).

Die Familie der Zünsler (Pyralida) besteht aus mottenartigen Schmetterlingen, deren Fühler bei den Männchen meist gekämmt oder gefiedert und deren Kiefertaster stets sehr deutlich sind. Die Flügel sind lang, schmal und bilden in der Ruhe ein Dreieck, dessen lang ausgezogene Spitze der Kopf ist; die Beine sind sehr lang, stark gespornt; die Raupen nur vierzehnbeinig, haarig und spinnen sich eigene Cocons meistens auf der Unterseite der Blätter; manche Arten richten an Obstbäumen und Weinbergen große Verwüstungen an.

Die Familie der Blattwickler (Tortricida) zeigt kurze, fadenförmige Fühler, verlängerte vorgestreckte Taster, deren letztes Glied dicht beschuppt ist, dachförmige aufliegende Flügel und einen weit dickern, kürzern Leib als die Motten, mit denen sie sonst in ihrem Verhalten viele Aehnlichkeit haben. Ihre Raupen haben 16 Beine und verfertigen sich dadurch eine schützende Röhre, daß sie die Blätter vom Rande her aufrollen und mit Seidenfäden förmlich zu einer Röhre zusammennähen, innerhalb welcher sie sich später verpuppen, wobei sie sich einen Cocon von reiner Seide spinnen. Sie werden ebenso wie die folgende Familie durch ihre Verheerungen an Gewächsen zuweilen schädlich

Zu dieser Familie gehört der Traubenwickler oder Sauerwurm (Traubenwickler, Tortrix uvana, Taf. 26, Fig. 64; Raupe des Traubenwicklers, Fig. 65), und der unter dem Namen der Apfelmade bekannte Apfelwickler (Carpocapsa pomonella, Taf. 27, Fig. 5 u. 6).

Die Familie der Motten (Tineida) besteht aus meist sehr kleinen Schmetterlingen mit fadenförmigen Fühlern, die zuweilen länger als der Körper sind, und schmalen verlängerten Oberflügeln, welche zuweilen an der Spitze einen Ausschnitt zeigen. Die Unterflügel sind stets breit, der Länge nach gefaltet, die Taster gewöhnlich sehr lang und ihr letztes Glied oft nackt und zugespitzt; bei einigen treten auch die Kiefertaster deutlich in die Erscheinung. Die Räupchen der Motten haben 16 Beine, sind stets nackt und bilden sich von den Stoffen, von welchen sie leben, eine Röhre, die entweder beweglich ist, sodaß sie dieselbe überall mit sich herumschleppen können, oder die festsitzt und ihnen bei drohender Gefahr hinreichende Zuflucht gewährt. Viele dieser Raupen leben im Innern von Zweigen und Knospen, in dem grünen Gewebe der Blätter, wo sie gewundene Gänge zwischen den beiden Oberhautschichten graben; andere leben in trockenen Pflanzen- und Thierstoffen, wo sie uns oft, wie die Pelz- und Kleidermotten und die Getreidemotten (Motte des Getreides, weißer Kornwurm, Tinea granella, Taf. 27, Fig. 9), großen Schaden anrichten. Die Wachsschabe (Tinea cerella, Fig. 7 u. 8) lebt als Raupe in den Bienenstöcken, denen sie durch Zerstören der Waben und Zellen sehr schädlich ist. Zur Verpuppung schließen sie ihre Röhren mit Deckeln von Seide.

Die Familie der Federmotten (Pterophorida), hat borstenförmige, ziemlich lange Fühler, zugespitzte, wenig behaarte Taster, nierenförmige, nach hinten ausgeschnittene Augen, lange mit spitzen Sporen besetzte Beine und einen langen, dünnen Hinterleib. Sie zeichnen sich vorzüglich durch eine Spaltung der Flügel aus, indem die Hinterflügel stets, die Vorderflügel meistens in einzelne fingerartige Theile zerlegt sind, welche wie Federn auf beiden Seiten mit Haaren besetzt sind und so das Ansehen eines Vogelflügels geben (Federgeistchen, Pterophorus pentadactylus, Taf. 27, Fig. 10). Die Raupen dieser niedlichen Thierchen sind klein, nackt, haben 16 Füße und verwandeln sich in eine nackte, mit Höckern besetzte Puppe, um die nur selten eine Seidenhülle gesponnen wird.

Ordnung der Zweiflügler (Diptera.)

Insekten mit saugenden Mundtheilen, zwei ausgebildeten Vorderflügeln und verkümmerten Hinterflügeln, und mit vollkommener Verwandlung.

Die Fühler sind bei den Zweiflüglern fast stets vorn auf dem Kopfe, an der Stirn, zwischen den Augen eingelenkt und mit ihrer Basis einander genähert. Sie zeigen zwei sehr verschiedene Typen, wonach man auch die ganze Ordnung in zwei Unterordnungen, Langhörner und Kurzhörner, zerfällt hat. Bei den letztern ist der Fühler stets kürzer als der Körper und nie aus mehr als drei Gliedern zusammengesetzt. Das oder die beiden ersten Glieder sind cylindrisch, stielförmig, das letzte hingegen breit, spindelförmig oder schwammartig und einzig mit jenen seinen Riechgruben versehen, die auf den Gliedern der Handbabe ganz fehlen. Bei diesen Kurzhörnern steht dann meist auf dem dritten Gliede noch eine kurze, gerade Borste (stylus), die zuweilen selbst Gliederung zeigt. Bei

den niedersten parasitischen Familien schwinden die Fühler zu einem unbedeutenden gliederlosen Knötchen; bei den Langhörnern dagegen sind sie stets aus mehr als sechs Gliedern zusammengesetzt, oft selbst länger als der Körper und zeigen sehr mannichfaltige Gestalten, Federn, Federbüsche, Cylinder, Kolben, Faden.

Die Augen sind meist von zweierlei Art, zusammengesetzte und einfache: erstere sind oft ungeheuer groß, seitlich gerückt und scheinen manchmal fast den ganzen Kopf einzunehmen. Besonders zeichnen sich die Männchen durch die Größe dieser Organe aus, und bei vielen Gattungen bildet das Zusammenstoßen der Augen auf der Stirn für das Männchen und ihre Trennung für das Weibchen einen constanten Geschlechtsunterschied. Zuweilen sind diese zusammengesetzten Augen über und über mit langen Haaren besetzt, die in den Zwischenräumen der einzelnen Facetten wurzeln; oft sind die Facetten der obern Augenhälfte größer als die der untern. Die Nebenaugen stehen meist in einem Dreieck auf der Höhe der Stirn zwischen den Augen; gewöhnlich ist die Zahl drei, selten finden sich nur zwei oder gar keine.

Die Mundwerkzeuge der Zweiflügler sind stets zum Saugen eingerichtet, theilweise selbst bei den Larven, und zwar ist es besonders die Lippe, welche zum Rüssel (proboscis) umgewandelt ist. Der Rüssel ist meistens kniefömig in der Mitte eingeknickt, bald senkrecht, bald horizontal unter den Kopf gestellt und kann meistens zwischen die Backen zurückgezogen werden. Seine untere Spitze ist gewöhnlich verbreitert, verdickt, in Form einer rundlichen oder ovalen Platte ausgebildet, welche größere oder kleinere Querfurchen zeigt und oft mit Haaren besetzt ist. Die eigentliche Mundöffnung befindet sich über dieser Platte in dem Knie des Rüssels an dem Ende einer meist tiefen Furche. An der Mundöffnung stehen zwei Taster (palpae), die bei den Kurzhörnern meist nur ein- bis zweigliederig, bei den Langhörnern vier- bis fünfgliederig, lang und oft in ähnlicher Weise wie die Fühlhörner buschig sind. Untersucht man den Rüssel genauer, so findet man, daß seine fleischige oder häutige mit der Platte versehene Röhre nur ein Hülle bildet, in welcher besondere steife Hornborsten stecken, die offenbar den Kinnbacken und Kinnladen der kauenden Insekten entsprechen. Es sind stets wenigstens zwei solcher Borsten vorhanden, die meist mit den Palpen in Verbindung stehen und offenbar die umgewandelten Kinnladen (maxillae) darstellen. Bei einigen Familien sind außerdem noch zwei weitere Borsten vorhanden, welche den Kiefern (mandibulae) analog sind. Die sämmtlichen in dem Rüssel eingeschlossenen Borsten werden in ihrer Vereinigung der Sauger (haustellum) genannt. Außer diesen Borsten findet sich noch am Grunde des Rüssels die Oberlippe, meist dreieckig, zuweilen vorn zugespitzt, hornig oder häutig und auf ihrer Unterseite mit einer Mittelrinne versehen, worin die sehr feine, zugespitzte, kurze Zunge liegt. Sind diese beiden Organe bedeutend in die Länge gezogen, so scheint der Rüssel sechs Borsten einzuschließen. Nicht immer indeß sind diese Mundorgane vollständig — es finden sich sogar manche Dipteren, wie z. B. Henops, wo dem ausgebildeten Thiere jede Spur von Mundwerkzeugen, ja die Mundöffnung selbst fehlt und nur die Begattung sein einziger letzter Lebenszweck ist. Die Hornborsten, in welche Kinnbacken und Kinnlade umgewandelt sind, dienen zum Durchbohren der Haut, während der äußere Rüssel eigentlich nur zur Bedeckung und Fixirung des Saugers bestimmt ist. Die Säfte, welche aufgesogen werden, steigen zwischen den Hornborsten in die Höhe. Der Raum zwischen dem Rüssel und den Augen wird das Untergesicht (hypostoma) genannt; er ist meistens durch zwei vorstehende mit steifen Borsten versehene Backen ausgefüllt, welche der Knebelbart (mystax) heißen.

Die Brust der Zweiflügler besteht nur aus einem Hornstück, dessen ursprüngliche Zusammensetzung aus drei Ringen durch Querfurchen oder vertiefte Linien mehr oder minder deutlich angegeben ist. Nur bei einigen Gattungen zeigt sich eine deutliche Scheidung der Vorderbrust. An der Unterfläche der Brust sieht man nie mehr als vier Luftlöcher — zwei vorn in der Nähe des Kopfes, zwei ganz hinten, unmittelbar bei den Schwingkölbchen.

Es finden sich nicht mehr als zwei Flügel, die den Vorderflügeln der vierflügeligen Insekten entsprechen. Sie sind stets häutig durchsichtig, zuweilen nur mit sehr feinen häutigen Schüppchen besetzt. Meist sind diese Flügel mächtig groß, von langgestreckter Form, lebhaft in Regenbogenfarben schillernd; die Flugkraft der Insekten ist sehr bedeutend und anhaltend, ihre Schnelligkeit im Fluge groß; nur bei wenigen Gattungen sinken die Flügel in ihrer Ausbildung zurück, besonders bei den Weibchen, und bei einigen schmarotzenden Gattungen fehlen sie gänzlich. Die Rippen oder Adern der Flügel sind meist sehr deutlich und ausgebildet; wesentlich sind nur Längsrippen und wenige Queradern vorhanden, sodaß die langgestreckten Zellen meist nach außen geöffnet sind. Meist findet man fünf Hauptlängsrippen, von denen die beiden ersten dem Vorderrande des Flügels sehr nahe anliegen.

Eigenthümliche Organe sind die Schwingkölbchen (halteres), zwei kleine bewegliche Körperchen, aus einem mehr oder minder langen Stiel und einem runden Knöpfchen bestehend, die an dem Hintertheil der Brust stehen, fast in beständiger vibrirender Bewegung sind und meist von zwei Paar häutigen Schuppen bedeckt sind. Die Form dieser Schwingkolben gleicht ziemlich den mit Netzen durchflochtenen Raketten, die man beim Federballspiel zum Schlagen des Balls gebraucht; ihr Nutzen ist durchaus unbekannt.

Die Füße der Zweiflügler sind meist lang, dürr, aber sonst aus den gewöhnlichen Theilen zusammengesetzt. Der Tarsus hat immer fünf Glieder; das Endglied trägt zwei meist einfache, zuweilen gespaltene oder gezähnelte Klauen, die nur bei wenigen Gattungen stark vortreten; meistens befinden sich zwischen den Klauen zwei oder drei Fußballen (arolia), die mit Grübchen oder Leisten dicht besetzt sind, bei einigen sogar eine kleberige Flüssigkeit ausschwitzen sollen und den Insekten als Haftorgane dienen, womit sie sich an glatten Oberflächen, selbst in umgekehrter Stellung, leicht festhalten können.

Der Hinterleib der Zweiflügler ist meist schmal, länglich, zuweilen auch breit und eiförmig. Er sitzt bald mit seiner ganzen Breite an der Brust fest, bald ist er durch einen Stiel mit ihr verbunden. Er zeigt meist 6—9 sichtbare Ringe und endet bei den Weibchen oft in eine Spitze, die aus mehrern ineinander verschiebbaren Ringen besteht, welche wie ein Fernrohr aus- und eingezogen werden können.

Die Zweiflügler leben als vollkommene Insekten meist nur kurze Zeit; die Männchen sterben gewöhnlich nach der Begattung, die Weibchen, nachdem sie für ihre Brut gesorgt haben. Sie finden sich meist gesellig in großen Schwärmen, in Wäldern und Gebüschen, auf Blumen und Blättern, wo es etwas zu naschen und zu saugen gibt. Einige sind kühne Räu-

r, fallen selbst weit größere Insekten an, um sie ›tzustechen und auszusaugen; andere leben para›isch von dem Blute größerer Thiere, doch sind es ts nur die Weibchen, welche stechen und Blut saugen, ›mals die Männchen. Das Tanzen und Schwärmen r Mücken und Schnaken ist das Vorspiel zum Bettungsacte, der meist im Fluge, bald in der grellsten ittagshitze, bald mehr in der Dämmerung vorgemmen wird. Die Eier, welche meist rundlich ohne ffallende Formgestaltungen sind, werden an die Orte legt, wo die Larven leben; in Form zusammenklebter schwimmender Flöße auf das Wasser, in den hlamm, feuchte Erde, auf Keime und Blätter der lanzen. Die Raubfliegen legen ihre Eier in die ster der Bienen, deren Larven von ihrer Nachmmenschaft getödtet werden, zwischen die Blattläuse, f die Haut größerer Thiere, wo sie abgeleckt werden, ı sich im Darm zu entwickeln u. s. w.

Die Larven der Zweiflügler sind alle fußlos, chstens mit Wärzchen an deren Stelle versehen und ch zwei verschiedenen Typen gestaltet. Die einen ben einen weichen häutigen Kopf, der mit kurzen augorganen versehen ist, hierhin gehören die meisten aastischen oder in faulenden Stoffen lebenden Lan. Einige in Erde oder solchen Materialien lebende rven haben indeß schon einen hornigen Kopf, mit außerdem alle im Wasser lebenden Larven verjen sind. Diese haben dann oft noch deutliche hornige, m Beißen geeignete Kiefer mit Palpen, seitliche geanste Anhänge, die zugleich als Flossen und als achcenkiemen fungiren und meist neben dem Schwanze ne mehr oder minder lange, mit einem Borstensterne rsehene Athemröhre, durch die sie die Luft einziehen. ie hängen sich zu diesem Endzwecke verkehrt in das kasser, indem sie den Borstenstern an der Oberfläche isbreiten.

Alle Zweiflüglerlarven verwandeln sich in eine ruhende uppe, und zwar dient den meisten die eigene Larvenut als äußere Puppenschale. Diese Haut verhärtet h zu einer ovalen Hülse, in welcher das vollkommene nsekt sich ausbildet und endlich nach Sprengung der ülse hervorgeht. Bei andern aber, namentlich bei n im Wasser lebenden Schnakenlarven, wird die rvenhaut abgestreift und eine oft sehr in ihrer Geılt von der Larve abweichende Puppe erscheint, die cht wie die Larve durch eine Afterröhre, sondern rch zwei kurze, an der Brust angebrachte Röhren hmet.

nterordnung der Langhörner (Nemocera).

Der Körper dieser Thiere ist dünn, langstreckt; der Kopf klein, die Brust meist kurz, ›er hochgewölbt. Der Rüssel ist bald kurz, ıld lang. Die Palpen lang, wenigstens ınfgliederig, oft federbuschartig. Die Füh›r lang, dünn, fadenförmig, wenigstens ıs sechs Gliedern zusammengesetzt, oft ıschig oder gefiedert. Die Füße sind lang, ünn; die Flügel meist lang und schmal.

Die Mücken (Tipulida) haben einen kurzen, dicken, ›rstehenden Rüssel mit zwei deutlichen Endlippen und ır zwei Hornborsten (Kinnbacken) im Innern; die aster hängen oder sind eingebogen und haben fünf lieder. Einige stechen, die meisten aber sind völlig ehrlos. Sie tanzen meist abends in so zahllosen chwärmen, daß man sie oft schon für Rauchsäulen halten hat. Man hat mehrere Gruppen unterschieden: e Blumenmücken (Bibionida) mit dickem, fliegenigem Körper, auf Blumen; die Larven in Mist und Moder; die Griebelmücken oder Gnitzen (Simulida) mit kurzen vorstehenden Fühlern und vorstehendem Stechrüssel; hierher die meisten Mosquitos und die berüchtigte Columbatzer Mücke des Banats, die dem Vieh so gefährlich ist; die Pilzmücken (Fungicola) mit fadenförmigen Fühlern, deren Larven meist in Schwämmen und Moder leben; hierher gehört die Trauermücke (Sciara Thomae), deren hintereinander kriechende Larven den sogenannten Heerwurm bilden; die Gallmücken (Cecidomyida) mit kugeligem Kopf und langen Fühlern, deren Larven meist in Pflanzen leben, zum Theil durch innere Knospenzeugung sich mehren, und zu welchen die dem Getreide so schädliche sogenannte Hessenfliege (Cecidomyia destructor) gehört; die Buschmücken (Tanypida) mit federbuschähnlichen Fühlern, deren Larven im Wasser leben; die Erdmücken (Terricola) mit langen gespornten Füßen, die Larven in feuchter Erde.

Die Familie der Schnaken (Culicida) hat einen langen, dünnen, geraden Rüssel mit vier deutlichen Borsten; fünfgliederige Palpen, die meist länger sind als der Rüssel, vierzehngliederige Fühler, lang, buschig bei den Männchen, borstig bei den Weibchen. Die Flügel sind längs den Adern mit haarförmigen Schuppen besetzt. (Stechmücke, Culex annulatus, Taf. 27, Fig. 11.) Nur die Weibchen stechen. Die Larven leben im Wasser, haben einen hornigen Kopf mit zwei gefiederten Kinnbacken, die einen steten Strudel unterhalten und eine lange Athemröhre, die schief vom Leibesende absteht und einen Borstenstern hat. Die Puppe ist kurz gedrungen und athmet mit zwei an der Brust liegenden kurzen Röhren.

Unterordnung der Kurzhörner (Brachycera), der eigentlichen Fliegen.

Der Körper dieser Thiere ist meist breit, selten länglich; der Kopf halbkugelförmig oder queroval, von der Breite der Brust; der Hinterleib breiter; der Rüssel ist bald kurz, dick, fleischig, in welchem Falle er meist ganz in eine Vertiefung am Vorderkopfe zurückgezogen werden kann, bald lang, vorstehend, dünn, lederartig. Das wesentlichste Kennzeichen besteht in den Fühlern, die höchstens aus drei Gliedern bestehen, von welchen zwei klein und stielartig, das dritte dick, knopfartig ist. Auf diesem dritten steht eine Geisel oder Borste (stylus). Die Fühler können meist in eine Rinne am Kopfe eingelegt werden. Flügel fehlen nur in einigen Ausnahmefällen, sonst sind sie stets vorhanden.

Die Familie der Bremsen (Tabanida) unterscheidet sich von allen übrigen Kurzhörnern durch die Organisation ihres Rüssels, der ganz demjenigen der Schnaken analog gebaut ist. Der ganze Körper ist breit, platt, stark; der Kopf breit, zusammengedrückt; die Augen groß, meist grünlich schillernd; der Rüssel vorstehend, kurz, dick; die Mittelschienen mit zwei Spitzen, die Tarsen mit drei Fußballen versehen. Das dritte Fühlerglied ist lang, cylindrisch, vier- bis achtgliederig; Flügel stark, dachförmig. Sie stechen sehr empfindlich, saugen das Blut der Säugethiere, fliegen außerordentlich schnell und lange, ohne zu ermüden, und haben ein lautes, scharfes Summen. Die Männchen lauern im sonnigen Waldwegen und Schneisen auf die Weibchen, indem sie eine Zeit lang schweben, dann plötzlich an das andere Ende des Weges schießen und dort wieder

schwebend lauern. Sie stürzen sich im Fluge auf die Weibchen, packen sie und erheben sich dann hoch in die Luft. Die Larven leben in der Erde, haben einen hornigen, mit hakigen Kiefern bewaffneten Kopf. Die Puppen sind haarig. Die abgebildete Art (Rindsbremse, Tabanus bovinus, Taf. 27, Fig. 12) ist eine allgemeine Viehplage. Die Maden (Made der Rindsbremse, Fig. 13) leben in der Erde.

Raubfliegen (Asilida). Kopf groß, Stirn eingedrückt. Augen seitlich sehr vorragend. Rüssel kurz, wagerecht, Endlippen des Rüsselknopfes vorspringend; Lippe kurz; Fühler kurz, abstehend; Borste oft fehlend. Das Gesicht sehr haarig, Knebelbart stark. Hinterleib cylindrisch oder rundlich. Schwinger unbedeckt. Schienen und Tarsen stachelig. Flügel groß, stark. (Habichtsfliege, Dioctria oelandica, Taf. 27, Fig. 14). Kühne Räuber, die an trockenen, sonnigen Orten selbst weit größere Insekten überfallen, anstechen und aussaugen. Die Larven leben in der Erde, haben einen hornigen Kopf und starke, gekrümmte Kinnbacken. In südlichen Gegenden gibt es Gattungen (Mydas) mit längern Fühlhörnern, die den Uebergang zu den Langhörnern machen.

Familie der Tanzfliegen (Empida) (Schnepfenfliege, Empis tesselata, Taf. 27, Fig. 15). Kopf klein, kugelig. Rüssel dünn, lang, gerade nach unten gerichtet. Palpen zweigliederig. Fühler dreigliederig, das erste Glied sehr undeutlich. Brust hoch, gewölbt; Hinterleib stets dünn, lang, schmäler als die Brust. Füße lang, dünn. Sie schweben und tanzen abends in ungeheuern Schwärmen über Hecken und Gebüschen, leben von Blumensaft und dem Raube kleinerer Insekten, und meist gelingt dem Männchen die Begattung nur, während das Weibchen mit dem Aussaugen seines Raubes beschäftigt ist, den es im Fluge oder im Laufe fängt. Die Larven in der Erde; Puppen mit Widerhaken.

Familie der Dickfliegen (Henopida). Kleiner kugeliger Kopf mit ungeheuern Augen. Hinterleib groß, blasig aufgetrieben. Fühler klein. Kein Rüssel, der Mund bei den einheimischen Arten ganz geschlossen; bei ausländischen Arten langer Rüssel. Die Schwingkolben unter großen Schuppen verborgen. Die abgebildete Art (Dickfliege, Henops gibbosus, Taf. 27, Fig. 16) legt ihre Eier haufenweise an dürre Zweige. Larven unbekannt.

Familie der Gemeinschweber (Bombylida). Kopf kleiner als die Brust. Rüssel dünn, lang, nach vorn gerichtet; Oberlippe sehr lang. Palpen eingliederig, Fühler lang, nahe beieinander; Borste kurz oder fehlend. Brust buckelig. Füße dünn; Flügel lang ausgebreitet (Gemeinschweber, Bombylius major, Taf. 27, Fig. 17). Meist sehr behaarte Fliegen, die äußerst schnell mit tiefem Summen fortschießen und über Blumen schwebend Honig saugen. Eine besondere Gruppe bilden die Trauerfliegen (Anthracida). Kopf vorn rund; Rüssel kurz, meist verborgen, nach vorn gerichtet; Endlippen des Knopfes deutlich; Palpen eingliederig, an der Basis des Rüssels. Augen getrennt. Brust eben; Füße dünn, Fußballen rudimentär. Flügel sehr groß, seitlich ausgebreitet. Meist schwarz mit weißen Linien und Binden. Sie schweben langsam in Gebüschen und auf Blumen. Die Larven finden sich in Bienennestern und scheinen sich theils von den Bienenmaden, theils vom Honig zu nähren.

Familie der Schnepfenfliegen (Leptida). Rüssel vorstehend, Rüsselkopf verlängert; Fühler tief am Grunde des Kopfes eingelenkt; die beiden Hinterfußpaare mit Stacheln an den Schienen; das Endglied des Tarsus mit drei Fußballen versehen. Flügel abstehend; Hinterleib lang zugespitzt. Die ausgebildeten Insekten nehmen nur selten Nahrung zu sich, die aus Blumensaft oder kleinen Insekten besteht; sie sitzen meist ruhig in der Sonne mit senkrecht aufgerichtetem Hinterleibe. Die Larven leben in der Erde; eine im südlichen Europa vorkommende Gattung (Ameisenfliege, Leptis vermileo, Taf. 27, Fig. 18) macht sich im Sande einen Trichter, in dem sie hineinfallende kleine Insekten fängt. Ihr Körper ist sehr lang, wurmartig; der Kopf hornig, kegelförmig.

Familie der Waffenfliegen, Stratiomyda (Waffenfliege, Stratiomys chamaeleon, Taf. 27, Fig. 20) mit breitem Körper, dreigliederigen abstehenden Fühlern, deren Endglied fünfringelig und mit einer Borste versehen ist. Die Augen haben oben größere Facetten als unten. Sie haben zuweilen lebhafte Metallfarben, schwärmen auf Blumen; die Larven besitzen einen hornigen Kopf, verwandeln sich in ihrer Larvenhaut und leben entweder im Mulm oder im Wasser und haben im letztern Falle eine mit einem Borstenkranz umgebene Athemröhre.

Familie der Schwebfliegen (Syrphida). Große, lebhafte, meist dickleibige Fliegen, oft mit schönen, metallischen Farben geziert. Stirn vorstehend; Oberlippe breit, gewölbt, ausgerandet. Rüssel zurückgezogen. Drei Punktaugen. Leben auf Blumen; die einzelnen Gattungen erscheinen, wenn diese blühen. Man findet sie meist einsam schwärmend, absatzweise vorschießend und dann lange an demselben Platze schwebend (Schwebfliege, Syrphus seleniticus, Taf. 27, Fig. 21). Ihre Larven, die einen weichen häutigen Kopf haben, leben meist in der Erde, im Miste, im Mulm oder in Zwiebeln gewächsen (Merodon). Andere Larven, obgleich klein und fußlos, kleinen Blutegeln in der Gestalt nicht unähnlich, saugen die Blattläuse aus und sind zu diesem Endzwecke mit einem dreispitzigen Stachel versehen; andere (Volucella) leben in Nestern der Hornissen, Wespen und Hummeln und saugen deren Larven aus; noch andere endlich in flüssigem Kothe und schmuzigem Wasser (Eristalis) und sind mit einem langen perspectivartigen Athemrohre am Hinterleibe versehen, während zu beiden Seiten des Leibes bäumchenförmige Hakenfortsätze sich finden, die zur Bewegung dienen.

Familie der Fliegen (Muscida). Fühler dreigliederig mit rückständiger Borste. Rüssel mit fleischigen Endlippen. Sehr zahlreiche Familie mit mehrern Unterfamilien. Dungfliegen, Acalyptera. Deckschuppen fehlen ganz oder sind nur rudimentär. Die Stirn ist bei beiden Geschlechtern breit, die Fühlerborste deutlich aus einem oder zwei Gliedern gebildet. Der Körper ist länglich, der Kopf halbkugelig, die Flügel schwächer als bei den übrigen Fliegen. Man findet die ausgebildeten Insekten meist in schattigen Gebüschen, auf Rasen und auf Wasserpflanzen. Ihr Flug ist langsam, schwach. Die Larven sind wurmartig, mit häutigem, veränderlichem Kopfe und leben theils in Moder und verwesenden Stoffen, theils auch in Pflanzen, wo sie zuweilen Galläpfel und ähnliche Auswüchse hervorbringen. Die Brillenfliegen (Diopsis), Dungfliegen (Scatophaga), die Fettfliegen (Piophila), deren Larven in Pökelfleisch, im Käse (die bekannten Käsemaden) leben und durch Zusammenringelung ihres Körpers und nachheriges Losschnellen springen, gehören hierher.

Blumenfliegen (Anthomyida). Deckschuppen klein, die Schwinger nicht bedeckend. Fühler zurückgelegt, drittes Glied länglich. Augen auf der Stirn nahe gerückt, berühren sich meist beim Männchen. Körper länglich, Kopf halbkugelig; Flug langsam. Die meisten leben in Gebüschen, an hellen Tagen auf Blumen und Wasserpflanzen, die Männchen bilden große Schwärme

n der Luft, die Larven haben meist zwei Mundhaken nd leben in allen Arten pflanzlicher, besonders verwesender Stoffe. Einige Larven bohren sich Gänge m Gewebe der Blätter von Kräutern.

Die Fleischfliegen (Creophila) haben meist einen gedrungenen Körperbau, rundlichen Hinterleib, breite Brust, queren Kopf und große Deckschuppen, welche ie Schwingkolben gänzlich überragen. Die Fliegen aben einen raschen und anhaltenden Flug, halten sich meist auf Blumen oder auf verwesenden Stoffen und n Häusern auf. Die Larven leben im Kothe, in Aas nd verwesendem Fleische, wie unsere Schmeißfliege Musca vomitoria, Taf. 27, Fig. 24), oder auch parasitisch in Raupen von Schmetterlingen und in andern Insekten, besonders solchen, welche von Grabwespen nd andern Hymenopteren zur Proviantirung ihrer Brut benutzt werden (Mordfliege, Tachina fera, Fig. 22). Im letztern Falle legen die Mutterfliegen ie Eier auf die Raupen u. s. w. in demselben Augenlicke, wo die Mutter Grabwespe ihre Beute in das och zieht, worin sie auch ihr Ei legt. Die eben ausgeschlüpften Würmchen bohren sich ins Innere ein, o sie sich besonders vom Fettkörper nähren und so en Grabwespenlarven ihre Provision vorwegnehmen, odaß diese zuweilen vor Hunger umkommen. Die Fliegenmaden selbst verpuppen sich zu kleinen Tönnchen, nd die Fliegen brechen oft erst aus der Puppe statt ines Schmetterlings hervor. Eine große Raupe kann is hundert solcher Schmarotzer nähren. Einige dieser Fliegen gebären lebendige Larven.

Familie der Dasselfliegen (Oestrida). Körper icht behaart. Der Rüssel fehlt meist ganz, sodaß die usgebildeten Thiere keine Nahrung zu sich nehmen önnen, oder ist nur sehr klein und der Mundspalt ann sehr eng. Palpen undeutlich. Fühler sehr kurz, i einer Rinne des Kopfes gelegen; drittes Glied igelig, die dicke, kahle Borste auf seinem Rücken eingefügt. Deckschuppen der Schwingkolben meist sehr roß. Flügel ausgebreitet, in der Ruhe vom Leibe bstehend.

Die ausgebildeten Insekten leben nur sehr kurze eit, fliegen rasch und schnell mit scharfem, aber leisem ummen und legen ihre Eier an verschiedene Stellen uf die Haut grasfressender Säugethiere. Die Larven, elche aus diesen Eiern hervorgehen, sind eiförmig, r Mund meist mit Wärzchen oder auch mit zwei arken, gebogenen Haken versehen. Auf dem Leibe ehen Querreihen kurzer Stacheln, die nach hinten gechtet sind. Die beiden Luftlöcher sind am Hinterende er Larven angebracht. Einige dieser Larven bohren ch in die Haut der Thiere, und eine Art in Südmerika auch in die der Menschen ein und verursachen ort große Eiterbeulen, in welchen sie mit dem Vorderude nach innen stecken, während das Hinterende gegen ie Oeffnung des Eitersackes (Dasselbeule) zum Luftöpfen gerichtet ist. Diese Dasselbeulen werden oft i heißen Ländern so zahlreich, daß die Häute fast erthlos werden. Unter den Landleuten herrscht der rige Glaube, daß die Larven dieser Dasselbeulen sich n die Viehbremse (Tabanus) verwandeln. Zur Zeit er Verpuppung kriechen die Larven aus der Eiterule heraus und lassen sich zur Erde fallen. Ihre ußere Haut bildet die Schale der Puppe (Cuterebra, ypoderma, Oedemagus auf Hasen, Ochsen, Rentieren.) Andere Larven leben in den Stirnhöhlen er Schafe und Hirscharten, die Mutter legt die Eier n den Eingang der Nasenhöhlen, von welchen aus ie Larven hinaufkriechen (Cephenemyia, Cephalemyia); noch andere endlich legen ihre Eier auf die Schultern er Pferde und Rinder (Rindsdaſſel, Oestrus bovis, Taf. 27, Fig. 23), wo die Thiere sie ablecken, hinabschlucken, die Larven sich im Magen oder Darm mit ihren Hornhaken festsetzen, zur Zeit der Verpuppung loslassen und mit dem Kothe abgehen, um sich im Dünger zu entwickeln.

Die Unterordnung der Puppengebärer (Pupipara) umfaßt eine kleine Anzahl merkwürdiger parasitischer Insekten, die besonders auf Vögeln und Säugethieren leben und zum Theil ungeflügelt, zum Theil aber auch geflügelt sind. Statt der zu einer Rüsselscheide umgewandelten Unterlippe haben diese Insekten zwei seitliche Hornklappen, die wahrscheinlich umgewandelte Palpen sind. Zwischen diesen Klappen liegen auf einem kleinen Vorsprung zwei starke schuppige Hornborsten, die zum Stechen dienen. Die Fühler sind sehr verschieden gestaltet, bald in Form eines Knötchens, bald wie eine haarige Platte; sie stehen meist mit dem Rüssel auf einem deutlichen Vorsprung des Kopfes, hinter dem die Augen einen markirten Absatz bilden. Die Füße sind lang, stark, mit großen Krallen am Ende versehen, womit sich die Thiere in den Haaren und Federn ihrer Wohnunggeber festhaken. Einige haben Flügel und Schwingkolben, andere sind durchaus flügellos. Der Hinterleib zeigt keine deutlichen Ringel, sondern nur eine weiche, sehr dehnbare Haut.

Die Art und Weise der Fortpflanzung dieser Thiere ist sehr merkwürdig. Die Eierstöcke sind sehr kurz und mit wenigen Eiröhren versehen; die Eier selbst kommen nach der Befruchtung in den untern, beutelartig ausgedehnten Theil der Scheide, wo sich die Embryonen ausbilden und ausschlüpfen. Die Mutter behält die Larven in demselben Sacke, wo sie durch das Secret einer eigenen Drüse ernährt werden und sich endlich verpuppen. Die Puppen, wenn sie geboren werden, haben beinahe die Größe des Hinterleibes der Mutter, sind anfangs weich und bläulich, erhärten dann und springen endlich beim Ausschlüpfen der Fliege mit einem Deckel auf.

Die Hautläuse (Hippoboscida) haben einen breiten, platten Körper, mittelmäßig großen Kopf, deutlich getrennt von der Brust, die wieder vom ungeringelten Hinterleibe abgesetzt ist; längliche, zusammengesetzte Augen; dicke kurze Füße, das fünfte Tarsalglied sehr lang; zwei gezähnelte Krallen am Endgliede. Einige (Lausfliege, Hippobosca equina, Taf. 27, Fig. 25) haben Flügel; andern (Melophagus) fehlen sie gänzlich. Die Geflügelten fliegen schlecht und wenig. Hippobosca (auf Pferden), Ornithomyia, Olfersia, Ornithobia, Anapera, Stenopteryx (alle auf Vögeln), Leptotena (auf Hirschen), Melophagus (auf Schafen).

Die Fledermauslläuse (Nycteribida) sind vollkommen flügellos. Kopf sehr klein, vertical gestellt. Brust und Bauch zu einer Masse verschmolzen; Fühler fehlen oder sind nur in Form kleiner Knötchen vorhanden. Die Beine sehr lang, haarig. Die Thiere gleichen kleinen Spinnen, haben aber nur sechs Beine und leben auf Fledermäusen.

Die Bienenläuse (Braulida) haben keine Augen, breiten Kopf, keine Flügel, die Fühler in Rinnen und starke Endklauen mit Kämmen an den Füßen. Sie leben auf Bienen (Braula coeca).

Die Unterordnung der hüpfenden Dipteren (Aphaniptera) umfaßt nur die einzige Familie der Flöhe (Pulicida). Der Kopf dieser Thiere ist sehr klein, vorgebeugt und nur mit einfachen seitlichen Augen, nicht aber mit zusammengesetzten versehen. Die Ringe der Brust sind deutlich getrennt, aber in ihrer Gestalt sehr wenig von denen des Hinterleibes geschieden, der linsenförmig, hoch und von der Seite

her zusammengedrückt ist. Die Körperbedeckungen sind fest, hornig. Neben an dem Kopfe stehen zwei kurze, kolbige, dreigliederige Fühler, in einer Rinne hinter den Augen versteckt, meist zurückgeklappt. Der Rüssel zeigt einiges Abweichende von den übrigen Zweiflüglern; er liegt senkrecht unter der vorstehenden Kopfplatte und besteht aus einer zweiklappigen, gegliederten Scheide (Unterlippe) mit fünfgliederigen Tastern, aus einer mittlern Hornspitze, der Zunge, und zwei seitlichen, diese umfassenden Spitzen, den Kinnbacken, welche mit der Zunge zusammen den Stachel bilden. Zur Seite finden sich noch zwei gegliederte Palpen, die den Kinnladen angehören. Die Beine sind lang, die Schenkel dick und besonders die Hinterbeine zum Springen tüchtig. Alle Flöhe (Floh, Pulex irritans, Taf. 27, Fig. 26) sind Schmarotzer, aber nur die Weibchen stechen und saugen Blut. Die Larven finden sich in modernden, fauligen Stoffen, in den Ritzen der Dielen u. s. w., sind madenartig, fußlos, springen, indem sie sich im Kreise biegen, und haben einen hornigen Kopf. Nach zwölf Tagen spinnen sie sich einen kleinen Cocon aus Seide, woraus sie nach etwa zwölf Tagen wieder als vollkommene Insekten hervorgehen.

Die Flöhe der Hunde, Katzen u. s. w. sind specifisch verschieden von denen des Menschen, ebenso der Sandfloh (Chique), dessen Weibchen sich in heißen Gegenden unter die Nägel der Zehen eingräbt und dort seine Brut absetzt, die vorher den Hinterleib ungeheuer auftreibt.

Ordnung der Halbflügler oder Schnabelkerfe (Hemiptera).

Insekten mit saugenden Mundtheilen, freiem Prothorax, vier ungleichartigen oder gleichartigen Flügeln und unvollkommener Verwandlung.

Der Kopf ist klein, oft breit, meist aber schmal, dreieckig, vom Halsschilde deutlich abgesetzt und nach unten in einen Schnabel (rostrum) verlängert, der bald mehr an der Spitze des Kopfes, bald mehr nach hinten entspringt und an der Unterfläche des Leibes, zwischen den Einlenkungen der Beine, zuweilen selbst in einer Rinne verborgen liegt. Man unterscheidet an diesem Schnabel, sobald er vollständig ausgebildet ist, folgende Theile: Die Hauptmasse bildet eine gegliederte, von vornher tief ausgehöhlte Halbröhre, deren Rinne vorn offen ist und die meistens aus drei oder vier zusammengelenkten Abtheilungen besteht. Diese Schnabelscheide geht oben aus der Unterhaut des Kopfes hervor und ist offenbar die ausgewachsene, quergegliederte Unterlippe. In ihr liegen vier feine Hornborsten, die an ihrem Ursprunge im Kopfe spindelförmige Muskeln haben, wodurch sie bewegt werden und neben der Mundöffnung hervortreten. Die äußern dieser Borsten sind meist an der Spitze etwas umgebogen, stärker, leichter zu trennen, es sind die verwandelten Kiefer oder Mandibeln. Die innern Borsten liegen fester zusammen, es sind die Kinnladen oder Maxillen. Zusammen bilden die Borsten ein in der Schnabelscheide verborgenes Stilet, womit die meisten dieser Insekten empfindlich stechen. Am Anfange der Schnabelscheide liegt über dem Beginne der Hohlrinne eine schmale, zungenförmige Decke, die Oberlippe, sodaß also der Schnabel aus den Hauptmundwerkzeugen, Oberlippe, zwei Kieferpaaren und Unterlippe, freilich in fast unkenntlicher Weise modificirt und aller Taster beraubt, zusammengesetzt ist. Die Fühler sind meist fadenförmig, sonst aber sehr wechselnd; die Augen klein, rundlich, vorstehend; Nebenaugen fehlen oft.

Die Flügel sind sehr verschieden. Meist in der Vierzahl vorhanden, zeigen sich die Vorderflügel bald ganz, bald theilweise hornig und dann mit einem häutigen, geaderten Theile versehen; bei andern wieder lederartig, ebenfalls nur zum Theile; bei noch andern gänzlich den Unterflügeln im Baue gleich. Diese letztern sind meist kleiner als die in der Ruhe sich kreuzenden Oberflügel, glashell und mit Netzadern versehen. Die Brust zeigt meist ein deutliches Halsschild und oft ist zwischen den Flügeln noch ein mehr oder weniger großes Rückenschildchen (Scutellum) ausgebildet. Bei den meisten finden sich Gangfüße, aber nie mit mehr als drei Tarsalgliedern; bei einigen sind die Vorderbeine zu Raubfüßen, oder die Hinterbeine zu Schwimmfüßen umgestaltet.

Bei der Begattung sitzen viele Schnabelkerfe nebeneinander. Aus den Eiern kommen Larven, die in Form, Gewohnheit, Lebensart, Nahrung den erwachsenen Thieren sehr gleichen, aber stets flügellos und meist mit zartem, seidenartigem Flaum bedeckt sind. Nach mehrfacher Häutung zeigen sich endlich die Flügelscheiden und später die vollständig ausgebildeten Flügel. Manche gebären lebendige Junge ohne Begattung.

Alle Schnabelkerfe saugen Säfte, entweder von lebenden Insekten oder auch von Blättern. Die von Pflanzensäften lebenden wohnen meist in Haufen zusammen und verursachen durch ihre Stiche krankhafte Entartungen der Gewächse.

Unterordnung der Landwanzen (Geocores). Körper meist breit, platt; Kopf kleiner als bei den Rückenschwimmern. Fühler faden- oder borstenförmig, frei vorstehend mit deutlichen cylindrischen Gliedern, stets länger als der Kopf. Der Rüssel entspringt an der Spitze des Kopfes, wird kniefömig umgebogen und reicht höchstens bis ans Ende der Brust. Oberflügel stets von den Unterflügeln verschieden, lederartig, ganz oder nur zur Hälfte hornig und dann ganz den Flügeldecken der Käfer ähnlich. Unterflügel häutig. Gehbeine, in ihrer Bildung stets gleich, oft mit sonderbaren Erweiterungen und Dornen versehen. Die meisten haben einen sehr unangenehmen, ekelhaften Geruch, der lange haftet. Viele sind mit schönen Farben geziert. Man hat viele Familien unterschieden.

Familie der Schildwanzen (Pentatomida). Körper breit, oval, hart. Fühler fünfgliederig. Das Schildchen des Rückens ist sehr groß, bedeckt wenigstens den halben, oft den ganzen Hinterleib, sodaß die Thiere von oben den Käfern sehr ähnlich sehen. Kopf klein, dreieckig; Halsschild breit, oft verlängert, mit scharfen Ecken. (Baumwanze, Pentatoma rufipes, Taf. 27, Fig. 28.) Leben vereinzelt auf Gewächsen und Blumen vom Raube.

Familie der Randwanzen (Coreida). Körper meist länglich; Kopf klein, mit zwei deutlichen vorstehenden Nebenaugen. Fühler viergliederig, meist dick. Rüssel gerade, kurz, höchstens mit dem ersten Gliede in einer Rinne gelegen, dicht an den Leib gepreßt. Rückenschildchen klein, unbedeckt; Flügeldecken lederartig (Käferwanze, Scutellera nobilis, Taf. 27, Fig. 27.) Im Gebüsche, im Grase und auf Baumstämmen, leben vom Raube, fliegen zum Theil gut.

Familie der Blindwanzen (Capsida). Kopf dreiseitig, Nebenaugen ganz fehlend. Fühler lang, borstenförmig, das zweite Glied oft verdeckt; Körper meist länglich, weich; Flügeldecken lederartig ohne Adern, mit zwei ungleichen Zellen; fehlen zuweilen ganz. Beine dünn, fallen leicht ab. (Blindwanze, Capsus

trifasciatus, Taf. 27, Fig. 29.) Leben meist in Gesellschaft im Grase, an Baumstämmen und auf Schirmpflanzen.

Familie der Hautwanzen (Membranacea). Kopf und Leib flach, horizontal. Augen klein. Schnabel kurz, in einer Rinne unter der Kehle versteckt. Fühler knopf- oder keulenförmig, kurz, nur auf die halbe Brust reichend. Flügel dünn, geadert, zuweilen gänzlich fehlend. Vorderrücken, Flügeldecken und Hinterleib oft mit sonderbaren blasigen und häutigen Fortsätzen versehen. Beine zart, dünn, zuweilen die vordern zu Raubfüßen gestaltet und verdickt. Der ganze Körper weich. Leben meist im Grase, unter Baumrinden, aber vom Raube. Eine Art, die Bettwanze (Cimex lectularius, Taf. 27, Fig. 30), ist gänzlich flügellos und lebt nur vom Blute des Menschen. Sie hält sich besonders in Fugen und Ritzen des Holzwerks auf, erstarrt in der Kälte und kann in diesem Zustande Jahre ohne Nahrung zubringen.

Familie der Schreitwanzen (Reduvida). Kopf rundlich oder länglich, hinter den Augen halsförmig zusammengeschnürt. Schnabel kurz, meist abstehend, Fühler lang, dünn; Augen groß. Flügeldecken wenig geadert. Beine meist lang; Schenkel oft verdickt, mit Stacheln und Borsten besetzt. (Kothwanze, Reduvius personatus, Taf. 27, Fig. 31.) Sie nähren sich alle von andern Insekten, die ihr auch dem Menschen sehr empfindlicher Stich augenblicklich tödtet; sind nächtliche Thiere, die tags über im Moos, unter Baumrinden, in Ritzen der Wohnungen lauern und in der Dunkelheit ihrem Raube nachgehen. Larven meist dicht behaart, flaumig, mit Moder und Kehricht bedeckt.

Unterordnung der Wasserwanzen (Hydrocores). Kopf meist groß; Augen stets deutlich, stark hervorragend. Fühler drei- oder viergliederig, sehr klein, unter den Augen versteckt, meist in einer Rinne liegend. Schnabel kurz, dick, im Knie gebogen, sodaß er höchstens bis auf die Mitte der Brust reicht. Flügel ungleich, die obern pergamentartig, deckend, die untern dünn, wasserhell mit wenigen Längsadern. Füße sehr verschieden, die vordern meist Raubfüße, die hintern Schwimmfüße mit langen Borstenhaaren besetzt. Tarsen ein- bis dreigliederig, mit oder ohne Krallen. Alle Arten leben in süßen Gewässern, und die meisten haben zu dem Zwecke der Athmung am Hinterleibe zwei längere Athemröhren. Sie leben sämmtlich vom Raube anderer Insekten, die sie mit den Raubfüßen ergreifen und mit dem starken Schnabel durchbohren und aussaugen. Die meisten stechen sehr empfindlich.

Familie der Wasserläufer (Hydrometrida). Körper meist lang gestreckt, linearisch; Fühler lang; viergliederig; Schnabel bis auf die Vorderbrust reichend, dicht angedrückt; Scheide dreigliederig. Nebenaugen fehlen. Flügel meist verkürzt oder selbst ganz fehlend, selten vollständig und dann die Flügeldecken ganz lederartig, ohne häutigen Anhang. Beine sehr lang, dünn; die hintern meist länger als die vordern. Krallen in einem Ausschnitt des letzten Tarsalgliedes versteckt. Der ganze Körper ist mit feinen, weichen, fettigen Härchen bedeckt, die das Wasser abhalten. (Wasserläufer, Hydrometra paludum, Taf. 27, Fig. 32.) Die Thiere laufen und springen mit großer Behendigkeit auf der Oberfläche besonders stehender Gewässer und nähren sich von kleinen Insekten. Eine Gattung, Halobates, ist das einzige Meerinsekt; sie lebt auf hoher See in tropischen Zonen.

Familie der Wasserskorpione (Nepida). Kopf meist klein, rundlich; Schnabel sehr kurz, bogenförmig nach unten gerichtet, nur bis zum Anfange der Brust reichend. Beine kahl, meist lang; die Hinterbeine zuweilen mit Borsten besetzt, aber nicht breitgedrückt und in Ruderform umgewandelt; Vorderbeine kräftig, gebogen, zum Fangen eingerichtet, einigermaßen den Scheren der Skorpione ähnlich, woher der Name. Hinterleib mit langen Athemröhren. (Wasserskorpion, Nepa cinerea, Taf. 27, Fig. 34; Uferskorpion, Naucoris cimicoides, Fig. 33.) Kriechen meist langsam auf dem Grunde der Gewässer, kommen aber nachts hervor, um selbst herumzufliegen.

Familie der Rückenschwimmer (Notonectida). Kopf sehr breit, kurz; Schnabel bis auf die Mitte der Brust reichend. Vorderfüße krallenartig gebogen; Hinterfüße sehr lang, quer nach den Seiten in der Ruhe gerichtet, plattgedrückt, mit langen Schwimmborsten an Schienen und Tarsen, die zweigliederig sind. (Rückenschwimmer, Notonecta glauca, Taf. 27, Fig. 35.) Bauch flach, behaart, Rücken gewölbt. Schnelle geschickte Schwimmer, die aber beim Schwimmen den Bauch nach oben, den Rücken nach unten kehren, also verkehrt schwimmen.

Unterordnung der Gleichflügler (Homoptera).

Vier gleichgestaltete Flügel.

Die Familie der Zirpen (Cicadida), besteht aus dickleibigen Thieren mit großem queren Kopfe, die nur sehr kurze, borstenförmige Fühler von drei bis sechs Gliedern, runde vorgequollene, mittelgroße Augen und meist auch Nebenaugen besitzen, die indessen oft fehlen, oder nur zwei, sehr selten drei sind. Der Schnabel ist kurz, dick, sehr nach hinten gezogen, sodaß er zwischen den Vorderfüßen zu entspringen scheint. Der Vorderrücken hat oft auffallende Fortsätze, Verlängerungen und Dornen, ebenso die Stirn, welche zuweilen blasig hervorgequollen ist. Flügel sind stets in der Vierzahl vorhanden, glashell, die vordern zuweilen mehr lederartig, die hintern weicher, beide mit Netzadern durchzogen. Die Hinterbeine sind meist Springbeine, die Tarsen dreigliederig, die Krallen breit. Sie leben alle auf Pflanzen, deren Saft sie saugen, sind lebhaft und springen oder fliegen, während die Larven oft unbeweglich sitzen. Man unterscheidet folgende Unterfamilien:

Singzirpen, eigentliche Cicaden (Cicadida). Die Fühler stehen vor den Augen, sind drei- bis viergliederig; Augen groß; drei Nebenaugen. Kopf breit, meist vorn ein Kreissegment bildend. Schnabel lang. Flügel ungleich, die vordern länger. Die Larven der Singcicade (Larve der Singcicade, Taf. 27, Fig. 37) leben mehrere Jahre, sind plump und dick und graben sich zum Ueberwintern in die Erde. Die Weibchen bohren ihre Eier in die Rinde der Gewächse mit einem Legestachel. Die Männchen haben an der Unterseite des ersten Hinterleibsringels zwei tiefe, weite Stimmhöhlen, in deren Grunde eine gefaltete, trockene, elastische Haut ausgespannt ist, welche ein starker Muskel nach innen zieht. Das Erzittern dieser Trommelhaut erzeugt einen schrillen, lauten Ton, der wirklich noch [illegible] den südlichen großen Arten ist, als das Zirpen der Heimchen oder Grillen unserer Gegenden, über welches von den sonst so [illegible] als schöne Kunst gepriesen wurde. Die [illegible] Art (Singcicade, Cicada plebeja, Fig. 36) kommt bei uns besonders auf der Ulme vor.

Leuchtzirpen [illegible]. Die Fühler sind [illegible] den Augen neben [illegible] eingelenkt und [illegible] unter einer [illegible] Wanzen von [illegible] trennt, verbergen. Der Kopf ist schnauzenartig [illegible] eine Strecke [illegible] vorgezogen, mit [illegible]

bedeckt; Flügel meist gefärbt, ziemlich gleich. Man glaubte von einigen Arten, dem Laternenträger aus Surinam (Fulgora laternaria) insbesondere, die hohle Stirn leuchte, was aber unrichtig ist. Die Larve der abgebildeten, sehr vergrößerten Art (Minircicade, Cixius nervosus, Taf. 27, Fig. 38) bohrt in Blätter.

Buckelzirpen (Membracida). Der Kopf steht senkrecht, die Stirn ist nach unten, der Scheitel nach vorn gerichtet; der Vorderrücken mit großen Dornen, Fortsätzen, Buckeln u. s. w. versehen, die oft den ganzen Leib bedecken und wodurch die Thiere ein abenteuerliches Ansehen erhalten. Vorderflügel meist häutig, mit parallelen Adern. (Ohrenzirpe, Ledra aurita, Taf. 27, Fig. 40.)

Schaumzirpen (Cercopida). Körper meist kurz; Fühler dreigliederig, vor den Augen eingelenkt; zwei Nebenaugen. Kopf horizontal gestellt, Stirn nach vorn gewendet, Rückenschildchen unbedeckt. Die Larven lassen ihren flüssigen Koth in Blasen aus dem After hervortreten und bedecken sich so mit einem Tröpfchen Speichel, dem sogenannten Kukuksspeichel. (Schaumcicade, Aprophora spumaria, Taf. 27, Fig. 39.)

Die Familie der Blattflöhe (Psyllida) unterscheidet sich durch einen mehr rückwärts eingelenkten Stachel, kürzere Fühler, die nie die Länge des Leibes erreichen und an der Spitze gespalten sind, und verdickte, zum Springen eingerichtete Hinterschenkel. (Blattfloh, Psylla genistae, Taf. 27, Fig. 41.) Beide Geschlechter sind stets geflügelt. Sie leben ebenfalls auf Blättern, springen aber bei der geringsten Bewegung ab. Die Weibchen haben eine Legesäge, mittels deren sie die Eier in die Knospen der Blätter einsenken.

Blattläuse (Phytophthiria). Kurze Thierchen mit schmalem Kopfe, dreiringeliger Brust und flaschenförmigem, dickem Hinterleibe, die stets auf Gewächsen leben und dort oft durch ihre Stiche Gallen und ähnliche Auswüchse verursachen. Die Fühler sind faden- oder borstenförmig, länger als der Körper; die Augen meist mittelgroß, rundlich vorstehend, die Fühler zwischen ihnen eingesetzt. Nebenaugen fehlen. Der Schnabel ist meist lang, dünn, entspringt an der untern Seite des Kopfes weit nach hinten hin und wird unter den Kopf zurückgeschlagen getragen; die Schnabelscheide ist dreigliederig; Flügel meist vorhanden, öfter bei den Weibchen fehlend; Vorderflügel stets viel größer; Beine lang, dünn; Tarsen zweigliederig, mit zwei Klauen versehen.

Bei den eigentlichen Blattläusen (Aphidida) stehen auf dem Hinterleibe zwei gerade Röhren, aus denen ein süßer Zuckersaft quillt, nach dem die Ameisen besonders sehr begierig sind. Jeder Ameisenstock hat gewissermaßen eine Domäne von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, auf deren Blättern und Wurzeln Blattlauscolonien sitzen, die von den Ameisen sorgsam gepflegt, oft selbst von einem Orte zum andern getragen werden. Man sieht, wie die Ameisen dieses ihr Melkvieh liebkosen, sanft mit den Fühlhörnern streicheln und klopfen, bis sie den Honigsaft aus den Röhren lassen, welchen die Ameisen gierig einschlucken. Die Fortpflanzungsweise dieser Thiere ist eigenthümlich. Im Herbst gibt es geflügelte Männchen und Weibchen, die sich begatten, wonach das Männchen stirbt, das Weibchen seine Eier in Rinden legt oder auch unter der Erde an Wurzeln fortlebt. Im Frühjahr kriechen die Jungen aus; flügellose Weibchen, deren Eierstöcke vielkammerige Eiröhren besitzen und kurze Eileiter ohne Samentasche, Begattungstasche oder Kittorgane. Diese Thiere bringen ohne Begattung durch innere Knospung Eier hervor, die noch im Eileiter ausschlüpfen, sodaß sie lebendige Larven gebären, die nach mehrmaliger Häutung wieder auf dieselbe Art Junge erzeugen. So folgen sich den ganzen Sommer hindurch acht bis zehn, unter günstigen Umständen selbst 20 und mehr Generationen ungeschlechtiger Wesen, bis zuletzt eine Erzeugung von Männchen und eierlegenden Weibchen, die sich begatten, die Reihe schließt. Diese eierlegenden Weibchen haben lange Kittdrüsen, eine Samentasche, was beides den Ammen fehlt, und einkammerige Eiröhren. Viele Blattläuse bedingen durch ihre Stiche Rollungen und Auswüchse der Blätter, in denen sie mit ihrer Brut leben.

Schildläuse (Coccida). Die meisten dieser Thiere wohnen in wärmern Zonen, alle parasitisch auf Gewächsen, die sie selten verlassen. Ihre Gestalt, besonders die der Weibchen, ist so abweichend, daß man lange von einigen Arten bezweifelte, ob sie wirklich Thiere seien. Die Männchen sind stets geflügelt, schlank, mit wagerechtem Kopfe, langen borsten- oder schnurförmigen Fühlern, die meist behaart sind, und sehr kleinen Augen, die aus gehäuften einzelnen Nebenaugen bestehen. Die Mundwerkzeuge dieser Thierchen, die im vollkommenen Zustande nur sehr kurze Zeit leben und keine Nahrung zu sich nehmen, sind gänzlich verkümmert, sodaß nur ein Paar Knötchen kaum ihrer wahrgenommen werden. Flügel sind gewöhnlich nur zwei vorhanden, sehr selten findet man Hinterflügel, meist statt ihrer nur Schwingkolben oder verkümmerte Stummeln; sie sind sehr zart und häutig. Die Weibchen sind durchgängig flügellos; ihr ganzer Körper schildförmig, oben gewölbt, unten hohl; die Beine sehr kurz; der Kopf gar nicht unterschieden, die Körperringe oft undeutlich. Die weiblichen Thiere sitzen wie flache Warzen an den Gewächsen, in deren Gewebe ihr mit sehr langen Borsten versehener Schnabel permanent eingesenkt ist, und sind meist von einem feinen Flaum zarter Wachsfäden bedeckt. Sie verlieren oft in diesem Zustande die Beweglichkeit gänzlich und legen nach der Begattung die Eier unter sich, sodaß sie dieselben mit dem schildförmigen Körper decken. Nach dem Eierlegen sterben sie, und der todte Körper bildet nun eine feste, schildförmige Decke über den Eiern, die demnächst ausschlüpfen. Die Larven sind bewegliche, muntere Thierchen, deren Geschlechtsunterschied sich meist nur an der Breite des Leibes erkennen läßt; auch die männlichen Larven verwandeln sich in eine bewegliche, umherkriechende Puppe mit freien Gliedern und anliegenden Fühlern und Flügeln, während die weiblichen Puppen sich nur durch größere Breite von den Larven und durch längere Beine von den Weibchen unterscheiden. Die meisten Schildläuse führen in der Körperhaut ein schön rothes Pigment, die Cochenille oder Kermeslack. Man züchtet zur Gewinnung dieses Farbstoffs besonders in Mexico die Cactuslaus oder Cochenille (Coccus cacti, Taf. 27 Fig. 42), indem man trächtige Weibchen in besondere Nestchen auf die Blätter der Pflanzen setzt und die Larven, bevor sie sich festgesogen haben, auf diesen Pflanzen vertheilt. Man sammelt die todten Männchen nach der Begattung und tödtet diejenigen trächtigen Weibchen, deren man nicht zur Nachzucht bedarf, auf erhitzten Blechen, worauf man sie getrocknet in den Handel bringt. Vor der Ausbeutung in Amerika benutzte man zu gleichem Zwecke eine Schildlausart, die besonders in Norddeutschland und Polen auf den Wurzeln von Scleranthus perennis vorkommt.

Schmarotzer (Parasita).

In die Familie der Läuse (Pediculida) gehören einige Gattungen mit durchscheinendem, breitgedrücktem Körper, an denen Brust und Hinterleib nur undeutlich

oder gar nicht getrennt sind und die nur auf Säugethieren schmarotzen. Der Kopf ist deutlich abgesetzt, dreieckig, kugelig oder eiförmig; die Fühlhörner kurz, meist schwach behaart, aus fünf beinahe gleichgroßen Gliedern zusammengesetzt; die Augen sehr klein, jederseits hinter den Fühlern bemerklich; die Mundwerkzeuge bestehen aus einem Rüssel, der ganz in den Kopf zurückgezogen werden kann und aus einer weichen, unten erweiterten Scheide zusammengesetzt ist, in welcher vier Stechborsten spielen, die das eigentliche Stilet zusammensetzen; die Scheide selbst hat an ihrer Spitze eine doppelte Reihe von feinen Häkchen. Die Brust läßt sich bei den meisten Gattungen nicht deutlich von dem Hinterleibe unterscheiden; sie trägt drei kurze, kräftige Klammerfußpaare, deren letztes Glied mit einer starken, gekrümmten Klaue bewaffnet ist, die sich gegen einen Ausschnitt einklappen und so das Haar wie eine Zangenschere fassen kann.

Die verschiedenen Gattungen und Arten dieser Familie leben schmarotzend nur auf dem Menschen und auf Säugethieren, deren Haut sie anstechen, um ihr Blut zu saugen. Die Eier oder sogenannten Nisse werden an die Haare angeklebt und schlüpfen in wenigen Tagen aus. Jede Art von Säugethieren hat eine besondere Art von Läusen, und der Mensch allein nährt vier Arten, die verschiedenen Gattungen angehören, indem die Kopf- und Kleiderlaus (Kopflaus, Pediculus capitis, Taf. 27, Fig. 43) sehr von der Filzlaus (Phthirius pubis, Fig. 44) abweichen.

Als Anhang erwähnen wir noch die Familie der Pelzfresser (Mallophaga). Diese Insekten haben im allgemeinen die Gestalt der Läuse, zeigen aber stets einen deutlich abgesetzten Kopf von dreieckiger oder halbrunder Gestalt, der oft mit sonderbaren Spitzen besetzt ist. Die Fühler sind ebenfalls fünfgliederig, die Mundwerkzeuge aber zum Kauen eingerichtet. Sie haben nämlich zwei deutliche, hakenförmige Kiefer, welche von oben und unten durch breite Lippen bedeckt sind. Kinnladen mit oder ohne Taster sind bald vorhanden, bald fehlen sie. Die Füße sind kurz, kräftig, die Tarsen zweigliederig, mit starken, einfachen oder doppelten Krallen bewaffnet. Sie leben meist auf Vögeln, sowie auch auf Säugethieren, fressen die feinen Flaumfedern und Flaumhaare ab, saugen kein Blut und gehören, ihrer kauenden Mundtheile wegen, gar nicht zu den Halbflüglern, lassen sich aber bisjetzt noch zu keiner andern Ordnung bringen.

Klasse der Tausendfüße (Myriapoda).

(Tafel 27, Figur 45 bis 49.)

Durch Tracheen athmende Gliederthiere mit getrenntem Kopfe, einem Fühlerpaare, ohne deutlich geschiedenen Thorax und mit vielen fußtragenden Ringeln, die einander ziemlich gleich sind.

Die äußere Körperform dieser Thiere ist gewöhnlich die eines langgestreckten, bald walzenförmigen, bald mehr abgeplatteten Wurms mit deutlich abgesetztem Kopfe und einer großen Anzahl von gegliederten Füßen, die zu beiden Seiten des Körpers seiner ganzen Länge nach stehen; nur wenige Arten sind platt, breit, etwa von der Gestalt der Kellerasseln, mit welchen ältere Naturforscher sie zuweilen verwechselten. Der rundliche, platte Kopf trägt stets ein Paar fadenförmiger, meist vielgliederiger Fühler, welche ganz in derselben Weise wie die Fühlhörner der Insekten vorn auf der Stirn eingelenkt sind; gewöhnlich sind diese Fühler nur kurz, selten erreichen sie die Länge des Körpers. Hinter den Fühlern stehen auf der Seite die Augen, welche bei einigen Gattungen fehlen, und immer aus gehäuften einfachen Augen bestehen. Die Mundwerkzeuge, welche der Kopf auf seiner untern Fläche trägt, sind eigenthümlich gebildet und zeigen bedeutende Verschiedenheiten bei den einzelnen Gattungen. Die Oberlippe ist sehr klein und meistens mit dem Kopfschilde verwachsen; unter ihr liegen zwei längliche, gegliederte, quer gezähnelte und harte Hornstücke, welche offenbar zum Kauen tauglich sind und die man den Kiefern der Insekten zur Seite stellen muß. Hinter diesen Kiefern findet man zwei andere gegliederte Stücke, die weicher sind und eine tasterartige Beschaffenheit haben; an ihrer Basis sind sie mit zwei spitzen, langen Hornstücken verbunden, welche in die Mundöffnung hineinstehen und offenbar die Kinnladen (maxillae) der Insekten darstellen. An diesen Laden ist noch ein zweites Paar von Tastern eingelenkt, die an ihrer Spitze mit einer kleinen Klaue bewaffnet und wol dem innern Ladentaster der Laufkäfer analog sind. Die Unterlippe ist bei den Tausendfüßen das wesentlichste Organ zum Ergreifen der Beute und zum Beißen geworden. Die Lippe selbst ist nämlich tief gespalten, hart, hornig und auf der Innenseite mit starken Zähnen besetzt; auf ihr eingelenkt stehen die Lippentaster, welche hier zwei starke, gegliederte Haken darstellen, die wie eine scharfe Kneipzange gegeneinander wirken und bedeutend verletzen können, so selbst, daß der Biß der großen Arten in südlichen Gegenden für eine gefährliche Verwundung gilt. Nicht bei allen Gattungen sind indeß die Kauwerkzeuge in dieser Weise ausgebildet, ja es gibt selbst solche, bei denen die Lippentaster und Kiefer ganzlich zurücksinken und die Lippe sich zu einer Art Scheide ausbildet, sodaß gewissermaßen ein Saugrüssel hergestellt wird.

Der Körper der Tausendfüße läßt niemals eine Abtheilung von Brust und Hinterleib erkennen. Er besteht aus einzelnen Ringen, deren Zahl oft in die Hunderte steigt, und die einander um so ähnlicher sind, je bedeutender ihre Zahl ist. Jeder dieser Ringe trägt entweder ein oder selbst zwei Paar Füße, an welchen man stets deutlich die besondern, mit Krallen bewaffneten Fußglieder unterscheiden kann, während die übrigen Glieder des Fußes meist durchaus von derselben Größe sind und keine weitern Formeigenthümlichkeiten zeigen. Auffallend ist die Besonderheit, welche nur bei der Familie der Doppelfüßer in dieser Klasse, und sonst bei keinem Gliederthiere vorkommt, daß die Körperringel je zwei Paare von Beinen tragen, die hintereinander stehen.

Der innere Bau der Tausendfüße entspricht ganz demjenigen der Insekten. Der Hirnknoten ist ziemlich groß, in zwei Hälften getheilt, das Bauchmark lang gestreckt, aus vielen fast gleichmäßig großen, in einer Reihe längs des Körpers gestellten Knoten zusammengesetzt, die bald durch doppelte Längsfäden verbunden sind, bald unmittelbar aneinanderstoßen. Der Schlund ist kurz; auf ihn folgt ein langgestreckter Chylusmagen, der mit einem körnigen Leberüberzuge versehen ist und in dessen Ende die sehr einfachen, wenig zahlreichen Harngefäße einmünden. Die Athemorgane sind sehr deutlich und bestehen aus büschelförmig verästelten Luftröhren, die ganz wie diejenigen der Insekten gebaut sind und von Stigmen ihren Ursprung nehmen, die meist spaltenförmig gebaut, zuweilen aber auch rund und von einer siebförmigen Hornplatte gedeckt sind. Diese Luftlöcher stehen meist paarweise neben den Fußwurzeln und entsprechen nicht immer den einzelnen Ringen, sondern wechseln gewöhnlich in unregelmäßigen Verhältnissen ab. Das Herz bildet einen langen, cylindrischen Schlauch, welcher der Rücken

seite entlang läuft, eine Menge Arterien abgibt, und gegen den Kopf hin sich in eine Aorta fortsetzt, deren beide Aeste den Schlund umfassen und sich auf der Bauchseite wieder vereinigen, um ein längs der Nervenkette hinlaufendes Bauchgefäß zu bilden. Die Arterien endigen mit offenen Mündungen; das in die Leibeshöhle ergossene Blut sammelt sich in der Umgegend des Herzens und tritt durch viele seitliche Spalten in die Herzkammern ein.

Alle Tausendfüße sind getrennten Geschlechts und pflanzen sich nur durch geschlechtliche Zeugung fort; sie haben stets nur einen einzigen, weiten, schlauchförmigen Eierstock, der sich bald vorn unter dem dritten, bald hinten an dem letzten Leibesringel durch zwei kurze Eileiter öffnet und mit dem gewöhnlich birnförmige Samentaschen in Verbindung stehen. Die Männchen haben bald einen, bald zwei Hodenschläuche, zuweilen selbst mehrere, welche gewöhnlich in der vordern Leibesgegend in eine oder zwei kurze warzenförmige Ruthen ausmünden. Man hat beobachtet, daß die Thiere, wenn sie aus dem Ei schlüpfen, nur drei Fußpaare besitzen, oder auch ganz fußlos sind, und daß bei jeder folgenden Häutung eine gewisse Anzahl von Füßen neu entsteht.

Die Tausendfüße leben meist auf der Erde unter Steinen, Moos, niedrigen Pflanzen, oder auch unter Baumrinden verborgen. Einige graben sich in die Erde ein. Die meisten laufen ebenso schnell rückwärts als vorwärts, und rollen sich in Gefahr ringförmig ein. Wir theilen die ganze Klasse in zwei Familien.

Die Familie der Einfüßer (Chilopoda) besteht aus stets plattgedrückten Tausendfüßen mit meist dachziegelförmigen Ringen, langen Fühlhörnern, die wenigstens vierzehn Glieder haben und deren Mundwerkzeuge jene Ausbildung zeigen, welche wir oben von der Klasse überhaupt beschrieben. Der Eierschlauch der Weibchen läuft von vorn nach hinten und öffnet sich unmittelbar vor dem After. Die Ringe des Körpers, die gewöhnlich gleich, zuweilen aber auch abwechselnd ungleich sind, bestehen aus zwei Halbbogen, die an der Seite häutige Verbindungen haben. Jeder Ring trägt nur ein einziges Beinpaar, die oft eine bedeutende Entwickelung erreichen. Der Biß der großen Arten, welche in den heißen Zonen vorkommen, wird für giftig gehalten, ohne daß man bisjetzt besondere Giftorgane hätte entdecken können. Der Schildfuß (Scutigera araneoides, Taf. 27, Fig. 45), den wir hier abbilden, findet sich in Südeuropa in der Erde, während der tropische Skolopender (Scolopendra Lucasii, Fig. 46) gefürchtet ist und der kleine Tausendfuß (Geophilus electricus, Fig. 47), ein unschädliches kleines Thier, bei uns häufig ist.

Die Familie der Doppelfüßer (Diplopoda) besteht aus gewöhnlich wurmförmigen oder stark abgeplatteten Thieren mit Ringen, welche die bei den Krustenthieren gewöhnliche Härte erreichen. Die Fühler sind kurz, siebengliederig, der Leib aus unter sich gleichen Ringen zusammengesetzt, deren jeder zwei Paare kurzer Füße trägt, die aus sechs Gliedern bestehen und eine kleine einfache Kralle tragen. Die weiblichen Thiere haben einen von hinten nach vorn verlaufenden Eierschlauch, dessen Oeffnungen am vordern Leibesende sich befinden. Die Kauwerkzeuge sind verschieden gestaltet, die großen hakenförmigen Klauentaster der Unterlippe nur rudimentär. Zu dieser Familie gehören die drehrunden Vielfüße (Vielfuß, Julus terrestris, Taf. 27, Fig. 48), die sich einrollen und von welchen die abgebildete Art den Runkelrüben zuweilen sehr schädlich wird, und die Schalenasseln (Schalenassel, Glomeris limbata, Fig. 49) mit abgeplattetem Körper, die sich wie Asseln kugelförmig zusammenrollen können.

Klasse der Spinnenthiere (Arachnida).

(Tafel 27, Figur 50 bis Tafel 28, Figur 7.)

Gliederthiere ohne deutlich gesonderten Kopf, mit zu Beißwerkzeugen umgewandelten Fühlern und nur an der Kopfbrust (Cephalothorax) eingelenkten, bauchständigen Gliedmaßen, ohne Füße am Hinterleib. Nur einfache Augen. Niemals Kiemenathmung.

Die drei Körperregionen sind bei den Arachniden niemals vollständig getrennt; bei vielen niedern stehenden Formen bildet der ungegliederte Körper nur eine einzige mehr oder minder rundliche Masse, an welcher vorn die Mundwerkzeuge, weiter gegen die Mitte zu die Beine, und hinten After und Geschlechtsöffnungen angebracht sind, sodaß also sämmtliche Theile des Körpers gänzlich ineinandergesteckt sind. Bei den übrigen Arachniden sind Kopf und Brust stets zu einer einzigen Masse, der Kopfbrust (cephalothorax), verschmolzen, der Hinterleib dagegen mehr oder minder deutlich abgesetzt; doch zeigt sich bei manchen die Kopfbrust gegliedert und in deutliche Ringe abgesetzt, von denen jeder ein Paar Füße trägt. Vielfache Unterschiede finden sich in der Bildung des Hinterleibes, indem dieser bald gegliedert, bald ungegliedert ist.

Die Grundlage der Haut besteht aus Chitin, das meist weich, haut- oder lederartig erscheint und nur in wenigen Fällen eine größere Härte oder selbst eine glasartige Sprödigkeit erhält. Trotz ihrer großen Dehnbarkeit, die sich besonders nach reichlichen Mahlzeiten oder während der Entwickelung der Eier kundgibt, besitzt dennoch diese Haut keine Spur von Contractionsfähigkeit; nur selten ist sie über den ganzen Körper nackt; meist finden sich Haare, Borsten oder auch sehr sonderbar gegliederte Anhänge von Schuppen auf dieser Haut, unter welcher in Form von Körnchen und Bläschen die Farbstoffe abgelagert sind, welche vielen Arachniden ihre schönen Färbungen verleihen.

Die Beine der Arachniden bestehen in ihrer höhern Ausbildung aus denselben Theilen, welche man mit so festem Typus bei den Insekten hergestellt findet, ein rundliches Hüftglied (coxa), an welches sich ein kurzer Hüftknorren (trochanter) anschließt, dient zur Einlenkung des Beins an der Kopfbrust; hierauf folgt gewöhnlich ein ziemlich kräftiger Schenkel (femur) und dann eine langgestreckte Schiene (tibia), an welche sich ein gewöhnlich zweigliederiger Tarsus anreiht, an dessen Ende eine oder mehrere Krallen befestigt sind. Bei den Milben fällt es häufig sehr schwer, an den meist in gleiche Abschnitte getheilten Beinen diese verschiedenen Abtheilungen herauszuziffern, und bei den langbeinigen Weberspinnen erscheint die Zahl der Tarsalglieder oft so sehr vermehrt, daß die genauere Bestimmung ebenso schwierig wird. Gewöhnlich gleichen die drei hintern Beinpaare einander, während das vordere Beinpaar sehr mannichfache Formen annimmt und sich hierdurch wie durch seine Annäherung an die Mundwerkzeuge als einen eigentlichen Kieferfuß oder als Kinnlade (Maxille) darstellt. Außerordentlich verschieden ist dann ferner die Bewaffnung des letzten Tarsalgliedes; bei manchen schmarotzenden Milben sind die Fußkrallen durch gestielte Haftlappen ersetzt; bei den übrigen, welche ihre Füße nur zum Laufen oder zum Haschen der Beute brauchen, finden sich gewöhnlich eine oder zwei einfache Krallen; bei den meisten spinnenden Arachniden hingegen sind diese Krallen auf der innern Seite mit Kämmen oder Bor-

enreihen besetzt, die offenbar zur Handhabung des fadens in Beziehung stehen und denen oft noch eine ritte kleinere Kralle gegenübersteht.

Die Mundwerkzeuge der Arachniden sind zwar ach demselben Typus ausgebildet, allein in so verhiedenen Richtungen entwickelt, daß es schwierig hält, e im allgemeinen zu schildern. Mit Ausnahme iner einzigen Familie sind sämmtliche Arachniden fleischessende Thiere, die meistens ihre Beute mit List oder ewalt überfallen und aussaugen, nachdem sie ihr ne vergiftete Wunde beigebracht haben. Die beiden auptwaffen an dem Munde werden von den umewandelten Fühlern gebildet, die bald stiletartig der wie Messerklingen vorgeschoben werden können, ald zu Scheren ausgebildet sind, und in andern ällen wieder einen dicken, kurzen Fortsatz darstellen, uf dem sich eine scharfe Klaue wie die Klinge eines Messers bewegen läßt; hinter diesen Kieferfühlern eben erst die eigentlichen Kiefer, welche bald scherenrtig sind, bald wirkliche viergliederige Taster darellen, an deren Basis sich nur eine Platte befindet, ie aber auch kaum zum Beißen oder Kauen benutzt erden kann. Außer diesen mannichfach wechselnden iefertastern findet man gewöhnlich nur noch sehr eiche wulstige Lippen, die bei dem Saugen an die undöffnung der Beute angedrückt werden. Bei vielen ilben stehen die Mundwerkzeuge auf einem besondern erlängerbaren Rüssel, dessen Basis oft so angehwollen ist, besonders bei jungen Thieren, daß man inen besondern, vom Leibe abgesetzten Kopf vermuthen ollte, ein Irrthum, der sich leicht durch die Beobachng der Augenstellung aufklären läßt.

Das Nervensystem der Arachniden zeigt, übernstimmend mit der Verschmelzung der einzelnen Körertheile, auch meistens einen sehr hohen Grad der oncentration. Bei den einleibigen Milben existirt ur ein einziger Bauchknoten, und statt eines Hirnotens nur ein einfaches Band über den Schlund rüber, während bei den Spinnen ein ungeheuerer ruftknoten sich findet, der fast unmittelbar in das ehirn übergeht, sodaß in der Nervenmasse nur ein eines Loch zum Durchtritte des Schlundes bleibt. m Anfange des Hinterleibes findet sich dann noch n verhältnißmäßig kleiner Bauchknoten, der indessen ter auch fehlt, während bei den langleibigen Skorionen eine den Ringeln des Hinterleibes entsprechende auchknotenkette existirt.

Von Sinnesorganen hat man bisjetzt außer einchen Augen keine Spur entdecken können, obgleich an gewiß den Arachniden um so weniger Geruch nd Gehör abstreiten darf, als man namentlich hintlich des letztern bei der Zähmung von Spinnen e Beobachtung gemacht hat, daß sie auf musikalische eichen herbeikamen und das ihnen bestimmte Futter i Empfang nahmen. Die einfachen Augen der Arachnin bestehen aus einer becherförmigen Ausbreitung der ehnerven, die von einer dunkel gefärbten Pigmentaut umgeben ist und nach innen einen kegelförmigen laskörper umhüllt, in dessen nach außen gerichteter asis die kugelförmige Linse steckt, welche von einer ndlichen Hornhaut überwölbt wird. Die Zahl ieser Augen wechselt von zwei bis acht, und meistens tzen sie seitlich, oder noch häufiger in einer Gruppe orn auf der Kopfbrust, oder selbst mitten auf dem lücken des ungegliederten Leibes auf. Gewöhnlich ist ie Größe dieser Augen ebenso verschieden wie ihre tellung und Richtung, sodaß alle diese Verschiedenheiten ganz vortreffliche Merkmale zur Unterscheidung er Gattungen und Arten bilden.

Der Darmkanal der Arachniden beginnt gewöhnlich mit einem dünnen, knieförmig gebogenen, anfangs hornigen, dann sehr muskulösen und angeschwollenen Schlunde, der bei den Skorpionen und übrigen krustenartigen Arachniden in den geraden Darmschlauch sich fortsetzt, welcher, ohne weitere Besonderheiten in seinem Verlaufe zu zeigen, am Ende des Hinterleibes sich in einen spaltenartigen After öffnet. Bei allen übrigen Arachniden dagegen bildet der Magen entweder einen mittlern Sack, oder gar einen hohlen Ring, von welchem aus oft sehr lange Blindsäcke entspringen, die bald auf die Kopfbrust und den Leib beschränkt sind, oft aber auch weit in die Beine und Kiefertaster hinein, selbst bis in die Nähe des Klauengliedes sich erstrecken. Von diesem vielfach verzweigten Magen aus entspringt nach hinten ein Darmkanal, der meistens unmittelbar vor dem After eine kloakenförmige Ausfackung besitzt. Speicheldrüsen kommen fast überall vor; die Leber erscheint bei den niedern Typen nur als körniger Ueberzug über den Darm, während sie bei den höhern eine ansehnliche lappige Masse bildet, die aus kurzen Blindsäcken besteht. Die Harnorgane existiren in Form dünner, meist unverästelter Röhrchen, die unter dem Magen in den Darm einmünden.

Besondere Athemorgane fehlen mehrern niederstehenden Arachniden durchaus, während bei den höhern bald Luftröhren, bald aus einer eigenthümlichen Modification dieser Luftröhren hervorgehende, sogenannte Lungen vorhanden sind. Die Luftröhren sind äußerst zart, mehr oder minder verästelt und entspringen von Athemlöchern, Stigmen, die meistens sehr versteckt und paarig angebracht sind. Bei den Spinnen kommen ganz platte Luftröhren vor, welche die Luft sehr fein zertheilt enthalten und den Uebergang zu den sogenannten Lungen bilden. Diese bestehen aus rundlichen Säcken, die sich auf der Bauchfläche des Unterleibes befinden, durch eine Querspalte nach außen öffnen und in ihrem Innern eine gewisse Anzahl von Platten, in ähnlicher Weise gestellt wie die Blätter eines Buchs, enthalten; jedes dieser Blättchen stellt eigentlich eine Reihe plattgedrückter Luftröhrenstämme dar.

Die Arachniden, welche keine besondern Athemwerkzeuge besitzen, entbehren auch jeder Spur eines Kreislaufs, während bei den andern sich ein wohlausgebildetes Herz findet, das meistens eine schlauchförmige Gestalt besitzt. Dieses Herz ist in mehrere Kammern abgeschnürt, die auf ihren Seiten Spaltöffnungen zeigen, während das Herz selbst eine große Anzahl von sehr feinen Arterien aussendet, die sich in dem Körper verzweigen und ohne Zweifel mit offenen Mündungen endigen, da nirgends rückführende Gefäße existiren.

Fast alle Arachniden sind mit besondern Giftorganen ausgestattet, welche bei den meisten an dem Kopfe liegen und mit den Mundwerkzeugen in Verbindung stehen, bei den Skorpionen aber an der Spitze des Hinterleibes angebracht sind. Gewöhnlich bilden diese Giftdrüsen paarige gewundene Drüsenschläuche, die dünne Ausführungsgänge entsenden, welche in den hakenförmig gebogenen, scharfen Klauen der Kieferfühler oder in dem gekrümmten Schwanzstachel der Skorpione nach außen münden. Bei größern Spinnen kann man leicht beobachten, wie in dem Augenblicke, wo die Haken der Kieferfühler in den Körper eines gefangenen Insekts geschlagen werden, ein Tröpfchen heller Flüssigkeit aus der Spaltöffnung der Klaue in die Wunde fließt, und den augenblicklichen Tod des Insekts herbeiführt. Für uns hat dieses Gift nicht einmal die Folge, wie dasjenige, welches der Stachel einer Wespe liefert, und der Biß der größten Vogelspinnen führt nach dem Zeugniß der Reisenden in

den heißen Klimaten Südamerikas höchstens Fieber mit einiger Geschwulst des gebissenen Theils herbei. Von manchen Gattungen heißer Länder, deren Biß von den Eingeborenen für giftig gehalten wird, fehlen durchaus alle constatirten Beispiele, und die Geschichten, welche man von der Tarantel, einer in Südeuropa einheimischen Art von Wolfsspinnen, oder von der Malmignatte erzählt, sind insofern reine Fabeln, als zwar die sogenannte Tarantelkrankheit, eine eigenthümliche Art von Nervenkrämpfen, existirt, ihre Ursache aber niemals in dem Bisse der unschuldigen Spinne liegt, welcher sie zugeschrieben wird. Gefährlich ist aber allerdings der Stich der großen Skorpione, welche die Tropen bewohnen, und man kennt unzweifelhafte Beispiele tödlicher Verwundung von Menschen durch diese Thiere.

Die weiblichen Geschlechtstheile bestehen aus traubigen Eierstocksschläuchen, die zuweilen eine Röhrengestalt haben und mit kurzen Eileitern in die Scheide einmünden, welche sich gewöhnlich an dem Vordertheile des Hinterleibes in der Nähe der Wurzel desselben öffnet. Unmittelbar an dem Ausgange der Scheide liegen zwei hornige, birnförmige Samentaschen, und sehr oft zeigt sich eine Legeröhre, die ziemlich weit aus dem Leibe hervorgestreckt werden kann. Die männlichen Geschlechtstheile sind im Durchschnitt sehr ungenügend bekannt, obgleich man die Geschlechtsunterschiede, welche viele dieser Thiere in Größe, Farbe und namentlich in der Gestalt der Kiefertaster zeigen, schon lange erkannt hat. Die Hoden stellen bald einfache Schläuche, bald vielfach gewundene Blinddärme, bald traubenförmige Bläschen dar, welche gewöhnlich an der Basis des Hinterleibes in einer einfachen Querspalte sich öffnen. Bei einigen Milben, sowie bei den Weberspinnen, existirt eine lange, meist hornige Ruthe, und bei den Männchen gewöhnlich besondere Stacheln und Haftapparate. Am merkwürdigsten sind die Begattungsorgane der männlichen Spinnen, die gewöhnlich weit kleiner sind als die Weibchen, und oft nur mit großer Gefahr ihre Brunst befriedigen können, indem bei vielen Gattungen, wie z. B. den Kreuzspinnen, die Weibchen, wenn sie keine Lust zur Begattung haben, oder auch unmittelbar nach derselben über die schwächern Männchen herfallen und sie ohne weiteres auffressen. Bei andern Gattungen herrscht freilich Eintracht zwischen beiden Geschlechtern, sodaß Männchen und Weibchen benachbarte Netze oder selbst eine Zeit lang nur ein Netz gemeinschaftlich bewohnen. Bei den männlichen Spinnen sind die Kiefertaster verdickt und enthalten in ihrem letzten ausgehöhlten Gliede einen weichen, spiralig aufgerollten Körper, zu dem sich meistens noch höchst seltsame hornige Stücke gesellen, die bald wie Haken, bald wie Schüsseln oder Schalen aussehen und einen äußerst complicirten Apparat darstellen, vermittelst dessen die Männchen vor der Begattung die aus ihrer Geschlechtsöffnung tropfenweise hervortretende Samenfeuchtigkeit auftupfen und dann in die weibliche Geschlechtsöffnung hineinbringen.

Die meisten Arachniden legen Eier, nur einige Milben und die Skorpionen machen hiervon eine Ausnahme, indem bei ihnen die Eier sich innerhalb der Eileiter so weit entwickeln, daß sie lebendige Junge gebären.

Die meisten Thiere der Klasse, besonders die den höhern Typen angehörenden, kommen durchaus in derselben Form aus dem Ei heraus, welche sie später behalten werden, und die ganze Aenderung, welche sie erleiden, bezieht sich auf unbedeutende Farbenveränderungen während der mehrfachen Häutungen; die nieder stehenden Arachniden dagegen, wie die Afselspinnen und die übrigen Milben, erleiden verschiedenartige Metamorphosen, indem sie entweder nur mit sehr unentwickelten Füßen, denen die Glieder fehlen, oder mit wenigen Fußpaaren zur Welt kommen. Die unentwickelten Milben haben gewöhnlich nur drei Fußpaare, zuweilen selbst nur zwei, und oft eine sehr abweichende Gestalt, indem ihr Körper länger gestreckt und der Vordertheil, welcher die hakigen Kieferfühler trägt, knopfartig angeschwollen ist. Gewöhnlich wird das mangelnde Fußpaar bei der ersten Häutung erst, bei einer schmarotzenden Familie aber, den Zungenwürmern (Linguatula), gehen die Füße im späteren Leben gänzlich verloren, und bei einigen Wassermilben setzen sich die sechsbeinigen Jungen fest, meistens an andere Wasserinsekten, indem sie sich mit ihrem zweidern Schnabel einbohren, und machen einen förmlichen Puppenschlaf durch, während dessen sich das vierte Fußpaar ausbildet und die sackförmige Haut der Larve als Puppenhülse dient.

Ordnung der Gliederspinnen (Arthrogastra).

Hinterleib gegliedert; Kieferfühler meist scherenförmig; Kiefertaster vielgestaltig.

Die Familie der Skorpione (Scorpionida) ist schon aus alten Zeiten wegen ihrer giftigen Eigenschaften berühmt und lange Zeit mit den Krebsen in Sammengeworfen worden, mit welchen sie auch in der That durch die massiven Scheren, die schildförmige Kopfbrust und den gegliederten walzenförmigen Hinterleib, der von der Kopfbrust nicht abgeschnürt ist, einige Aehnlichkeit hat. Die ganze Familie ist auf die heißen Zonen beschränkt und nur eine kleine hier abgebildete Art (Skorpion, Scorpio europaeus, Taf. 21, Fig. 50) kommt auf dem Südabhange der Alpen in Europa vor.

Die schildförmige Kopfbrust der Skorpione trägt an dem Vorderrande in der Mitte zwei große Augen, die auf einem Hügel stehen, und zwei bis fünf seitliche Paare an dem Vorderrande. Die Taster sind groß, vielgliederig, ihr äußerstes Glied bildet eine breite, handförmige Schere, die sich aber von einer Krebsschere auf den ersten Blick dadurch unterscheidet, daß der äußere Finger beweglich ist und der innere feststeht, während bei der Krebsschere der umgekehrte Fall eintritt. Zwischen diesen beiden Scheren stehen vorn an dem Kopfschilde die kleinen, ebenfalls scherenförmigen Kieferfühler. Betrachtet man die Unterseite eines Skorpions, so sieht man hinter den vier gleichgestalteten, mit Doppelkrallen endenden Füßen, welche auf die Scheren folgen und deren Basalglieder so hart aneinanderstehen, daß sie zum Zerreiben der Nahrung dienen können, zwei eigenthümliche kammartige Organe, deren Bedeutung noch nicht bekannt ist, zwischen denen sich aber die Geschlechtsöffnung befindet. Die vier ersten Ringe des angeschwollenen Hinterleibes tragen auf der Unterfläche die paarweise gestellten Schlitze, welche in die Lungensäcke führen. Der schwanzartig verlängerte Hinterleib endigt mit einem etwas angeschwollenen Gliede, das einen krummen, sehr scharfen und harten, hakenförmigen Stachel trägt, an dessen Spitze die Oeffnung der Giftdrüse sich befindet. Beim Gehen tragen die Skorpione diesen Theil des Schwanzes nach oben gebogen, sodaß sie stets zum Stechen bereit sind. Sie nähren sich von Insekten, die größern südlichen Arten auch von kleinen Reptilien und ähnlichen Thieren, die sie mit dem Giftstachel tödlich verwunden. Das Gift der größern, südlichen Arten, welche die Länge eines gewöhnlichen

› erreichen, kann sogar für den Menschen
den.

ücherskorpione (Obisida) (Bücherskor-
lifer cancroides, Fig. 51) sind kleine Thier-
eist walzenförmigem Körper, der vielgliederig
nd vier Paar gleichmäßiger Füße sowie
nges Tasterpaar trägt, deren viertes Glied
ıtliche Schere endigt. Zwei oder vier Augen
der Seite der vordern Abtheilung der Kopf-
e Mundwerkzeuge sind aus zwei kleinen,
igen Kieferfühlern gebildet, welche nach
htet zwischen den Scherentastern stehen.
auchseite der beiden ersten Hinterleibringe
h ein Paar seitlicher Stigmen, von wel-
unverzweigte Luftröhren den Körper durch-
ie nächtlichen Thiere schweifen besonders an
rten, unter alten Büchern, in Häusern u. s. w.

iselskorpione (Phrynida) ähneln einiger-
Skorpionspinnen, indem sie ebenfalls nur
Fußpaare besitzen, während die Vorderfüße
rtigen Organen umgewandelt sind. Die
dieser Thiere ist schildförmig, der deutlich
geringelte Hinterleib bald rundlich, bald
d dann in eine vielgliederige Borste en-
Die Taster sind außerordentlich dick, stark,
ı gebogen und mit einer hakenförmigen,
ralle bewaffnet, also förmliche Greiforgane,
mit Stacheln oder scharfen Vorsprüngen
vischen ihnen stehen die kleinen Kieferfühler,
akenförmig, wie bei den Vogelspinnen, bald
tig sind, wie bei den Skorpionen. Die
›en acht Augen, von denen zwei mitten und
itlich auf der Kopfbrust stehen. Es finden
hnen nur zwei Paar Lungensäcke, deren
ı den Zwischenräumen der drei ersten Bauch-
:n. Die wenigen Arten kommen nur in der
ıe vor und gelten, vielleicht ihrer Aehnlich-
skorpionen wegen, für giftig.

milie der Skorpionspinnen (Solpugida)
nur wenigen, meist großen, spinnenartigen
ie sich wesentlich von den eigentlichen Spin-
die Gliederung des ganzen Körpers unter-
Man bemerkt deutlich drei Abtheilungen, eine
welche man mit vollem Rechte den Kopf
ın und die außer den Mundwerkzeugen und
ı noch zwei Paar fußartiger Anhänge trägt;
re, die Brust, aus drei Ringen bestehend
Paar eigentlicher Füße tragend; und einen
ı, meist birnenförmigen und walzigen Hin-
Die Mundwerkzeuge bestehen aus zwei
großen Kieferfühlern, die eine Schere
welche sich nach unten öffnet; unter diesen
auf deren oberm Kamme ein dünner geisel-
hang sitzt, steht noch ein kleineres, scheren-
Werkzeug, welches offenbar den eigentlichen
der Insekten entsprechen dürfte. Hierauf
sehr langen, vielgliederigen Taster, welche
en drei Hinterfußpaaren nur dadurch unter-
daß sie keine Krallen am Ende tragen, und
o wie die eigentlichen Füße beim Gehen
ein weiteres Paar von Anhängen, den vo-
kommen gleich, ebenfalls ohne Krallen, das
hnlich als das erste Fußpaar zählt, entspricht
en Kieferfüßen der Krebse und ist, wie
rpaar, unter dem Kopfringe angebracht, wel-
wei großen kugelförmigen Augen an seinem
derrande trägt. Die drei echten, mit Dop-
versehenen Fußpaare, von welchen das
gene, lappenartige Anhänge an Schenkel und
Schienen trägt, sitzen an den Brustringen fest. Zwi-
schen dem ersten und zweiten Fußpaar befinden sich
seitliche und an der Unterfläche des Hinterleibes noch
zwei mittere Spaltöffnungen, welche in die Luftröhren
führen. Die Skorpionspinnen sind äußerst gefrä-
ßige, nächtliche Thiere, welche selbst Eidechsen und
kleine Vögel anfallen und in ihrem Vaterlande für
äußerst giftig gelten, besonders die Art (Skorpion-
spinne, Galeodes araneoides, Fig. 54), welche in
den Steppen der Wolga vorkommt, obgleich man keine
constatirten Beweise für diese Volksmeinung hat.

Die Weberspinnen (Opilionida) (Weberspinne,
Phalangium opilio, Fig. 53) bestehen aus kurzleibigen
Thieren, die sich meist durch ihre ungeheuer langen
und dünnen Füße auszeichnen. Die Kopfbrust, welche
vier enorme Fußpaare trägt, ist gewöhnlich so breit
als der Hinterleib, welcher in allen Fällen gegliedert
erscheint und dadurch sich wesentlich von dem Hinter-
leibe der Milben unterscheidet. Die Mundtheile sind
eigenthümlich gebildet; nach außen stehen die Taster,
welche gewöhnlich fünfgliederig sind, eine einfache,
borstenförmige Gestalt haben. Zwischen diesen Tastern,
die etwas mehr nach hinten eingelenkt sind, finden
sich die eigentlichen Kieferfühler, welche hier aus drei
Gliedern bestehen, deren erstes sehr dick und groß
und das letzte als Schere gestaltet ist. Diese Organe
werden meistens nach unten eingeschlagen getragen, so-
daß nur das dicke Basalglied vor dem Kopfe in Form
eines stumpfen Fortsatzes vorragt. Der Magen der
Weberspinnen hat außerordentlich viele kleine Blind-
säcke, und die Centralganglienmasse eine sehr sonder-
bare Gestalt, indem sie flügelartige seitliche Fortsätze
darbietet, von welchen die Nerven entspringen. Das
Luftröhrensystem ist sehr entwickelt, die Stigmen unter
den hintersten Beinen angebracht und zwischen den-
selben die Geschlechtsöffnung, aus welcher beim Männ-
chen eine außerordentlich lange, gegliederte, vorn mit
Borsten besetzte Ruthe hervorgestreckt werden kann. Es
sind meistens nächtliche Thiere, welche sich von kleinen
Insekten nähren.

Ordnung der Weberspinnen (Araneida).

Hinterleib ungegliedert; Kieferfühler klauenartig; zweites Tasterpaar beinförmig, deshalb acht Beine.

Der Körper der eigentlichen Spinnen besteht immer
aus zwei verschiedenen Abtheilungen, aus der einfachen,
ungegliederten, gewöhnlich härtern Kopfbrust und dem
rundlichen oder länglichen, selten mit Höckern oder Aus-
wüchsen gezierten, kurz gestielten Hinterleibe, an
dessen hinterm Ende die eigenthümlichen Spinnwarzen
sitzen. Die sechs oder acht einfachen Augen stehen
stets vorn an dem Rande der Kopfbrust in einer eigen-
thümlichen Gruppe, sind nicht immer gleich groß und
bieten durch ihre Stellung ganz vortreffliche Charaktere
zur Unterscheidung der Gattungen dar. Vorn an dem
Kopfe sind seitlich, dem ersten Fußpaare genähert, die
langen Taster eingelenkt, welche gewöhnlich fünf-
gliederig sind und bei dem Männchen ein angeschwol-
lenes Ende tragen, das, wie früher bemerkt wurde,
als Begattungsglied dient. Bei einigen Gattungen
sind diese Taster zu einem förmlichen rudimentären
Fußpaare mit Klaue und Sohle an der untern Fläche
umgewandelt. Nach innen von diesen Tastern liegen
die Kieferfühler, die hier zu eigenthümlichen Waffen
umgewandelt sind. Sie bestehen aus einem außer-
ordentlich dicken, angeschwollenen Basalgliede, in wel-
chem die Giftdrüse liegt, und aus einem scharfen, haken-
förmigen Endgliede, einer Klaue, die gewöhnlich nach

innen, selten nur noch unten eingeschlagen wird und an ihrer Spitze von dem Kanal der Giftdrüse durchbohrt ist. An der Basis der Taster und unter den eben beschriebenen Kieferfühlern finden sich zwei seitliche, haarige Lappen, unter denen eine einfache Platte als Unterlippe die Mundöffnung schließt. Einen höchst merkwürdigen Apparat besitzen die Spinnen in den Spinndrüsen und Warzen, mittels deren sie ihre Gewebe anfertigen. Die Spinnwarzen, deren sich meistens drei, selten nur zwei Paare an der untern Spitze des Hinterleibes befinden, haben die Gestalt stumpfer, meist zwei- oder dreigliederiger, oben abgerundeter Kegel, deren jeder auf seiner Spitze ein von einem Borstenkranze umgebenes nacktes Feld trägt, auf welchem erst die eigentlichen Spinnröhrchen stehen, deren Zahl bei den größern Spinnen oft über tausend beträgt. Jedes dieser Spinnröhrchen läßt bei dem Spinnen den zähen, glashellen Stoff vortreten, welcher augenblicklich an der Luft zu einem außerordentlich feinen Faden verhärtet; mittels der Fußklauen, zu denen oft noch eigenthümliche, kammartige Vorrichtungen treten, werden diese vielfachen Fäden zu einem einzigen vereinigt. Durch diese Fäden, welche sie überall hin ankleben, können sich die Spinnen sogar in die Luft erheben, und sie dienen ihnen hauptsächlich, um jene Gewebe zu verfertigen, die theils ihre Wohnungen bilden, theils auch zum Fange der Beute dienen. Die Drüsen, welche diesen Klebstoff absondern, haben sehr verschiedene Gestalten, meist aber eine schlauchförmige, verästelte Form.

Die Spinnen scheiden sich nach ihrer Lebensart in zwei große Gruppen; die einen bedienen sich ihrer Seide nur zum Tapezieren ihrer Wohnungen, zum Einhüllen der Eier in besondere Cocons, welche bei jeder Gattung eine eigenthümliche Gestalt haben und deren Fäden man sogar, wenn auch ohne Erfolg, in der Industrie zu verwenden versucht hat, sowie zum Festhalten bei ihren Bewegungen; die andern aber benutzen außer zu den erwähnten Zwecken ihre Seide auch zur Anfertigung von Geweben, in welchen sich die Insekten fangen, verwickeln und ausgesogen werden. Die Gestalt dieser Netze ist äußerst verschieden; bald bilden sie förmliche senkrechte Kreise mit radiären Strahlen und äußerst regelmäßigen Zwischenräumen; in andern Fällen erscheinen die ebenfalls senkrecht angelegten Netze unregelmäßig; andere, wie unsere gewöhnlichen Hausspinnen, machen sehr dichte Gewebe, die wie eine Hängematte horizontal ausgespannt sind. Die meisten Spinnen bauen sich eigene Wohnungen in der Nähe ihrer Gewebe, welche oft mit großer Kunst angelegt sind und in denen die Cocons mit den Eiern verborgen werden; andere schleppen sogar diese Eier in einem eigenen Sacke mit sich herum.

Die Familie der Vogelspinnen (Mygalida) umfaßt die größten aller Spinnenarten, die mit ausgespannten Füßen oft einen handgroßen Raum einnehmen. Sie kommen nur in wärmern Ländern, die nördlichsten an den Ufern des Mittelmeers vor, sind meistens dick behaart und unterscheiden sich von allen übrigen Spinnen durch den Bau ihrer Taster, ihrer Kieferfühler und die Zahl ihrer Lungensäcke, deren vier mit besondern Stigmaten versehen sich finden, un ihrer Spinnwarzen, deren nur vier sind, während die übrigen Spinnen alle sechs Spinnwarzen haben. Die Taster sind lang, fußartig, in ähnlicher Weise wie die Füße, vorn mit einer Klaue bewaffnet und am letzten Gliede unten mit einer Sohle versehen, sodaß sie also förmliche Kieferfüße darstellen, wie sie bei den Krebsen gewöhnlich sind. Die gewaltigen Kieferfühler haben eine große, gebogene Klaue, die nicht wie bei den übrigen Spinnen nach innen, sondern nach unten eingeschlagen wird. Die meist dunkelbraun oder schwärzlich gefärbten Thiere wohnen in Erdlöchern oder in Spalten, in deren Nähe sie unregelmäßige Fäden spannen; meist jagen sie im Sprung und die großen Arten der Tropen sollen sich sogar kleiner Vögel bemächtigen können. Die in Südeuropa einheimische Minirspinne (Cteniza fodiens, Taf. 27, Fig. 55) schließt ihr mit Seide ausgekleidetes Gehäuse mittels eines sehr künstlichen Deckels, in den sie Erde verwebt und den sie mit vieler Kraft festhalten kann, sobald man ihn zu öffnen versucht.

Die eigentlichen Spinnen (Aranoida) besitzen sechs Spinnwarzen, einfache Taster, die nicht als Füße dienen, sonst aber sehr an Gestalt wechseln, und Kieferfühler, bei welchen die Klauen nach der Seite zu eingeschlagen werden. Man kann unter ihnen füglich drei Unterabtheilungen unterscheiden. Bei der Webespinnen (Sedentaria) stehen die Augen in zwei geraden oder gekrümmten Querreihen, die bald in gleicher Entfernung voneinander, bald an den Enden einander genähert sind. Die Webespinnen fangen alle ihre Beute entweder in förmlichen Netzen oder in unregelmäßigen Fäden, in deren Nähe sie ihre Wohnung haben. Die gewöhnlichen Kreuzspinnen (Epeira diadema, Taf. 27, Fig. 56), unsere Hausspinnen (Tegenaria) und eine im südlichen Europa ziemlich gefürchtete Art, die Malmignatte, gehören zu dieser Gruppe. — Eine zweite Gruppe wird von den Wasserspinnen (Argyronetida) gebildet, eigentlichen Netzwebespinnen, die aber im Wasser selbst ihr Netz ausspannen und sich unter dem Wasser zur Wohnung eine dichte Glocke weben, die sie mit Luft füllen und unter welcher sie auf ihre Beute lauern. Sie haben in ähnlicher Weise wie einige auf dem Lande wohnende Gattungen außer den Lungen noch zwei seitliche Spalten, die in weite Luftröhrenschläuche führen, welche sich im ganzen Körper verzweigen. — Die dritte Gruppe endlich wird von den Jagdspinnen (Lycosida) gebildet und zeigt in unserm Klima meist nur kleine Arten (Hüpfspinne, Salticus xenicus, Fig. 57 und 58), in südlichen Gegenden aber bedeutend große, der Vogelspinnen nahe kommende Gattungen, zu denen auch die berühmte Tarantel (Lycosa tarantula) gehört. Ihre Augen stehen in drei Reihen hintereinander, die Thiere machen kein Gewebe, sondern besitzen nur mit Fäden zur Vorsorge gegen das Ausgleiten und Fallen an, schweifen tagsüber nach Beute umher, welche sie im Sprunge haschen.

Ordnung der Milben (Acarina).

Kopfbrust und ungegliederter Hinterleib in eine gemeinsame Masse verschmolzen. Die Beine wie bei den Spinnen.

Kopf, Brust und Hinterleib sind stets in eine einzige Masse verschmolzen, auf deren Unterseite die acht Beine eingelenkt sind, die bei den schmarotzenden Familien, sogar im ausgebildeten Zustande, zuweilen sehr reducirt sind. Die Körperbedeckung dieser winzigen Thierchen, deren größte Arten nur einige Linien Länge erreichen, ist gewöhnlich außerordentlich weich, nur bei einer einzigen Familie zeigt sie eine fast gläserne Sprödigkeit. Die Mundwerkzeuge bestehen gewöhnlich aus einem Rüssel, in welchem zwei scharfe klingenartige Stacheln verborgen sind, die zum Verwunden der Beute dienen. Zuweilen ist der Rüssel, welcher diese Waffen trägt, förmlich gegliedert und kann wie ein Fernrohr aus- und eingeschoben werden. Der Darmkanal, welcher auf diesen Rüssel folgt, hat stets viele

ie seitliche Anhänge, die meistens schon von außen ch die Nuancen der Farbe erkannt werden können. len Milben, besonders denen, welche unter der ut anderer Thiere schmarotzen, fehlen die Augen; den meisten sind sie in der Zweizahl vorhanden steben dann seitlich auf dem vordern Theile der fbrust. Zu beiden Seiten des Rüssels sind bei meisten zwei tasterartige Organe eingelenkt, welche verschiedene charakteristische Formen annehmen nen und gewöhnlich fünf Glieder besitzen. Bei der n Familie erscheinen diese Taster klappenartig, en bezähnt, in ähnlicher Weise zum Fangen der ute eingerichtet, wie die Raubfüße der Heuschrecken- se; bei andern dient das einschlagbare Glied dieses ters, das mit einem Haken bewaffnet ist, als Anker Festhalten unter dem Wasser; in andern Fällen die Taster spindelförmig oder einfach borstenförmig, in andern klappenartig und mehr oder minder dem Rüssel selbst verwachsen. Die Füße wechseln ierordentlich an Ausbildung, Länge und Gestalt, aß man von fast fußlosen Gattungen bis zu höchsten Ausbildung von Schreit- oder Schwimm- en alle möglichen Zwischenstufen findet. Bei den er entwickelten Familien der Ordnung hat man ne Athemorgane gefunden, welche aus Röhren eben, die unverästelte Büschel bilden und von zwei lichen Luftlöchern entspringen, die gewöhnlich zwischen Beinen angebracht sind. Ein Herz hat man noch keiner Milbe entdeckt.

Die meisten Milben legen Eier, einige wenige ge- en lebendige Junge; alle machen während der gend einen Larvenzustand durch, in dem sie sich ch die Existenz von nur sechs Beinen auszeichnen.

Die Familie der Laufmilben (Trombidida) wird einer großen Anzahl kleiner, meist rother oder ber Milben gebildet, die meistens sehr lange, dünne, aarte, mit spitzen Krallen besetzte Lauffüße haben deren Taster geknickt und mit stumpfem Endgliede sehen sind, sodaß sie wie Raubfüße zum Fange be- zt werden können. Ihr Körper ist sehr weich, meist t behaart, zuweilen gleichförmig, in andern Fällen er getheilt, die Augen sehr verschieden; bei einigen len sie ganz, bei andern finden sich zwei, vier, selbst s Augen, die meist auf der Seite, zuweilen sogar eigenen Stielen außerhalb der Taster stehen. Die Bäumen, im Moose u. s. w. lebenden (Cochenille- lbe, Trombidium holosericeum, Taf. 27, Fig. 59) iere sind gewöhnlich lebhaft, laufen sehr schnell und nnen kleine Zelte über ihre Eier und Nester. Die bsbeinigen Jungen, deren Gestalt von derjenigen Alten oft sehr verschieden ist, leben als Schmarotzer wöhnlich auf Insekten und wurden unter mehrfachen ttungsnamen früher beschrieben.

Die Familie der Wassermilben (Hydrachnida) greift verhältnißmäßig sehr große, zuweilen mehrere nien lange Milben mit kugeligem oder eiförmigem rper und langen, meist behaarten oder bestachelten, Ende mit zurückziehbaren Klauen besetzten Füßen Ruschelmilbe, Limnochares concharum, Taf. 27, g. 60), die zum Schwimmen tauglich erscheinen. ie Taster sind lang, die beiden ersten Glieder meist k, die letzten hornig gekrümmt und wie eine Klinge ch unten einschlagbar. Die Augen stehen auf dem cheitel meist zu zweien oder vieren, zuweilen auch gehäuft, daß das scheinbar einfache seitliche Auge s zweien zusammengesetzt ist; der Schnabel ist bald rborgen, bald vorstehend. Die Thiere leben im Wasser und besitzen Luftröhren, kommen aber niemals n die Oberfläche, um Luft zu schöpfen, sodaß es scheint, ls ob diese Luftröhren geeignet wären, mittelbar aus dem Wasser die in ihm enthaltene Luft abzuscheiden, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Kiementracheen vieler Insektenlarven der Fall ist. Die jungen sechsfüßigen Larven zeigen sehr wesentliche Unterschiede von den alten Thieren, indem sie einen ganz eiförmigen Körper besitzen, an dem vorn die Mundwerkzeuge kopfartig hervorstehen; sie heften sich an verschiedene Wasserinsekten an, bohren den Schnabel ein und bilden sich als schmarotzende Puppen vollständig aus.

Die Familie der Zecken (Ixodida) besteht aus ziemlich großen, platten Milben, deren vorderer Körpertheil auf dem Rücken mit einem harten, hornigen Schilde bedeckt ist, während der hintere Theil des Hinterleibes sehr ausdehnbar ist und außerdem meist gefaltet erscheint. Die Füße sind kurz, aus gleichförmigen, rosenkranzartigen Gliedern gebildet, am Ende mit einer Kralle und einem ungestielten Haftlappen versehen; der Rüssel ist bedeutend groß, vorstehend, die Taster scheidenartig an ihn angelegt, die Unterlippe hervorgezogen, in Form einer Halbkehle ausgebildet und mit rückwärts gewandten Zähnen besetzt; die Klingen sind kurz, dick, dreigliederig, das äußerste Glied ebenfalls gezähnelt und scharf. Die augenlosen Thiere lauern in Wäldern und Gebüschen auf vorübergehende Säugethiere, bohren den aus der Vereinigung der Unterlippe und der Klingen gebildeten Rüssel in die Haut ein und saugen sich so voll Blut, daß sie manchmal die Größe einer Bohne erreichen. Die abgebildete Art lebt auf dem Igel (Igelzecke, Ixodes Erinacei, Taf. 28, Fig. 2).

Die Familie der Krätzmilben (Acarida) besteht aus meist kugelförmigen, weichen, ungefärbten Milben, welche als Schmarotzer auf der Haut anderer Thiere, auch des Menschen (Krätzmilbe, Sarcoptes hominis, Taf. 28, Fig. 4), leben, dort Gänge graben und durch den steten Reiz, welchen sie ausüben, jene Ausschlagskrankheiten erzeugen, die man unter dem Namen der Krätze kennt. Andere Arten leben freilich in faulenden Pflanzen- und Thierstoffen, wie namentlich eine sehr häufig in altem Käse (Käsemilbe, Acarus siro, Taf. 28, Fig. 3), welche von geschickten Betrügern den Unkundigen zuweilen als die echte Krätzmilbe vorgezeigt wird. Die Milben dieser Familie sind alle sehr klein, durchaus blind und mit meistens kurzen, unförmlichen Füßen versehen, die wurstförmig gegliedert erscheinen und sehr weit von der Mittellinie nach außen eingelenkt sind. Außer einer kurzen, feinen Kralle tragen diese unvollkommenen Füße meist noch einen an einem langen Stiele befestigten Haftlappen und lange bewegliche Fäden, die wie Peitschenschnuren umherhängen. Der Rüssel ist lang, dick, kegelförmig; die Klingen scherenförmig, dick; die Taster klein und mit dem Rüssel selbst verwachsen. Die Jungen haben nur sechs Füße, sonst aber die Körperform der ausgebildeten Thiere. Zu dieser Familie gehören auch die Balgmilben (Demodex), welche häufig in den Haarbälgen des Menschen, besonders in den sogenannten Mitessern auf der Nase vorkommen. Die Thiere haben höchstens die Länge einer Zehntellinie und bestehen aus einem wurmförmigen Leibe, der sich bei zunehmendem Alter mehr und mehr verkürzt, und aus einer breitern, weichen Kopfbrust, welche bei den jüngern, langleibigen Individuen drei Paar, bei den ältern, kurzleibigen, vier Paar kurzer, mit drei Krallen bewaffneter Fußstummel trägt.

Ordnung der Zungenwürmer (Linguatulina).

Durch Schmarotzerthum zurückgebildete, wurmähnliche Milben ohne Füße.

Familie der Zungenwürmer (Linguatulida), eine Gruppe von Thieren, die in den Stirnhöhlen, den

Lungen der Säugethiere oder in den Lungen verschiedener Eidechsen und Schlangen gefunden werden. Die ausgebildeten Thiere haben einen wurmförmigen, bald rundlichen, bald abgeplatteten Körper mit vielen deutlichen Ringeln und ohne eine Spur von Sinneswerkzeugen, Füßen oder andern gegliederten Anhängen. Am vordern Ende des Körpers befindet sich der Mund, und zu beiden Seiten desselben zwei Paar krummer, beweglicher, scharfer Haken, welche zur Befestigung des Thiers an seinen Aufenthaltsort dienen und früher für Oeffnungen gehalten wurden, woher der unrichtige Name Pentastomum, den man der Gattung gab. Das Nervensystem besteht wesentlich aus einem dicken Brustknoten, der mit einem einfachen Schlundringe in Verbindung steht. Die Geschlechter sind getrennt. Ehe man die Entwickelung der Eier kannte, mußte man diese Thiere nothwendig zu den Eingeweidewürmern stellen, obgleich ihre Organisation vieles Abweichende von diesen bot; seitdem man aber in den Eiern die freilich noch unentwickelten Embryonen gefunden hat, die einen birnförmigen Körper besitzen, welcher in der Mitte zwei Paar gegliederter, kurzer, mit Doppelkrallen versehener Füße und vorn einen Stechapparat trägt, der aus einer mittlern Klinge und zwei seitlichen spitzen Klappen besteht; seit dieser Zeit ist es unmöglich, in den Zungenwürmern etwas anderes zu erkennen als Gliederthiere, welche im ausgebildeten Zustande durch das Schmarotzerleben eine Rückbildung erleiden, die den ursprünglichen Typus bis zum Unkenntlichwerden verwischt. Die Jungen leben meist in Cysten in der Leber und Lunge von Pflanzenfressern und gehen beim Verzehren derselben in die Nasen- und Rachenhöhle des Fleischfressers über, wo sie geschlechtsreif werden. Die abgebildete Art (**Zungenwurm**, Pentastomum taenioides, Taf. 28, Fig. 6) aus der Nasenhöhle des Hundes.

Ordnung der Bärthierchen (Tardigrada).

Acht stummelförmige Beine; Stechapparat; Zwitter.

Die Familie der **Bärthierchen** (Tardigrada) besteht aus kleinen Thierchen mit weichem, walzenförmigem Leibe, die sich fast überall im Moose, im Sande der Dachrinnen und in süßen Gewässern finden (**Bärthierchen**, Macrobiotus Hufelandi, Taf. 28, Fig. 5). Bei den meisten zeigen sich nur undeutliche Andeutungen einer Ringelung in der sehr weichen und dehnbaren Haut; bei einer einzigen Gattung (Emydium) findet man eine festere Hautbeschaffenheit und schildartige Ringel von unbestimmter Zahl. Die acht Beine, welche diese Thiere besitzen, sind sehr kurz, stummelartig, kaum deutlich gegliedert und gewöhnlich mit vier großen, bald gleichen, bald ungleichen Krallen bewaffnet. Das letzte dieser Fußpaare sitzt immer ganz hinten an dem Körper, fast wie ein getheilter Schwanzanhang, sodaß also ein eigentlicher Hinterleib gänzlich fehlt. Nach vorn erscheint der Körper schmäler, zugespitzt oder abgerundet, ohne daß man einen eigentlichen Kopf unterscheiden könnte. Man sieht vorn auf diesem Kopfe zwei seitliche einfache Augen. Die **Mundwerkzeuge** dieser Thiere bestehen aus einem kurzen röhrenförmigen Rüssel, in dessen Innerm ein Stechapparat angebracht ist, der aus zwei kurzen spitzen Klingen besteht, die zusammengelegt einen dolchartigen Stachel bilden und durch mächtige, im Schlundkopfe angebrachte Muskeln vor- und rückwärts bewegt werden können. Der **Darmkanal** läuft gerade durch den Körper hindurch, hat aber eine Menge traubiger Anhänge an allen Seiten. Besondere **Athemwerkzeuge** und Kreislaufsorgane fehlen gänzlich. In dem kurzen Eierstocke, der unpaarig scheint und auf den nach hinten zu eine Samenblase folgen soll (die aber wahrscheinlich nur eine Samentasche ist) entwickeln sich stets nur wenige Eier zu gleicher Zeit. Die Thierchen legen ihre Eier bei der Häutung in die abgelegte Haut selbst, welche also zum Schutze dient. Die ausgeschlüpften Jungen sind den Alten vollkommen ähnlich, nur bei einer Gattung fehlt ihnen ein Paar Füße. Die Arten, welche im Moose und im Sande der Dachrinnen leben, können beim Austrocknen desselben jahrelang in scheintodten Zustande verharren und werden beim Eintritt von Wasser aufs neue wieder zum Leben erweckt.

Ordnung der Asselspinnen (Pantopoda).

Cephalothorax aus vier Ringen bestehend; Hinterleib verkümmert; vier lange Beinpaare.

Familie der **Asselspinnen** (Pycnogonida). Ihr Körper besteht regelmäßig aus vier mittlern Ringen, deren jeder ein Paar Beine trägt und die miteinander zu einer Kopfbrust verschmolzen sind, auf deren vorderm Rande vier kleine einfache Augen auf einem mittlern Höcker stehen. Diese Augen sitzen unmittelbar auf dem Hirnknoten auf, von dem aus ein kurzer Schlundring nach hinten geht, an welchen sich ein breite Nervenknoten ohne Verbindungsringe anschließt. Vor der Kopfbrust steht eine meist kegelförmige Spitze, welche man als Kopf betrachtet hat, die aber nur eine Art steifen **Schnabels** ist, an deren Spitze sich die Mundöffnung befindet. Der **Hinterleib** besteht nur aus einem kleinen knotenartigen Anhange, der den After trägt. Die vier **Fußpaare** sind meistens ungeheuer lang, dünn, vielgliederig und an ihrem Ende mit einer großen gebogenen Kralle bewaffnet, neben welcher oft noch kleine, krallenartige Dornen stehen. Bei manchen Gattungen dieser merkwürdigen Familie kommen weiter durchaus keine Mundwerkzeuge vor, als der erwähnte steife Schnabel, während bei andern auf dem ersten Ringe der Kopfbrust ein aus mehreren Gliedern gebildeter Kieferfühler sitzt, der am Ende eine wohlausgebildete Schere trägt. Bei den Weibchen ist auf dem ersten Kopfbrustringe ein Paar falscher Füße befestigt, welche fünf bis zehn Glieder haben und zum Tragen der Eier bestimmt sind. Sie haben ein dreikammeriges Herz, aber keine besondern Athemorgane. Die Geschlechtsorgane liegen in den Schenkeln der Beinpaare. Am auffallendsten ist der Verdauungsapparat gebildet, indem die Blindsäcke, welche der Magen ausschickt, ganz ungemein lang sind und fast bis in die Klauenglieder vordringen. Die Jungen, welche aus dem Eie kommen, besitzen nur vier sehr kurze zwei- oder dreigliederige Beine, die mit langen Fäden besetzt sind, und einen vollkommen ungegliederten Leib, sodaß sie also bedeutende Metamorphosen durchmachen müssen, deren Einzelnheiten erst ganz in der neuesten Zeit bekannt worden sind. Die ursprünglich sechsbeinigen Larven schmarotzen in Hydrar-Polypen. Kaum in diesen Thieren angekommen, verlieren sie allmählich die beiden hintern Beinpaare, welche eine lange Endborste tragen, während das vordere Paar zu den Scherenfühlern sich ausbildet. Später sprossen dann nach und nach die definitiven vier Beinpaare hervor und dann erst sind die Thiere erwachsen und verlassen das Wohnthier, um frei zu leben. Man findet die kleinen Thierchen im Tang an den Küsten festgeklammert (**Asselspinne**, Pycnogonum litorale, Taf. 28, Fig. 7).

Klasse der Krustenthiere. (Crustacea).

(Tafel 28, Figur 8 bis Tafel 29, Figur 5.)

Zwei Fühlerpaare, meist zusammengesetzte Augen; Gliedmaßen am geringelten Hinterleibe. Wasserathmung.

Der Körper der Krustenthiere hat eine mehr oder minder spindelförmige Gestalt, die sich indeß bei manchen bedeutend zusammenschiebt und mehr kugel- oder scheibenförmig wird. Die Bewegungsorgane, die bei den Embryonen und Larven niemals fehlen, bei den erwachsenen Thieren dagegen zuweilen in sonderbarer Weise verkümmert sind, stehen stets auf der Bauchseite des Körpers in bestimmter Beziehung zu den Ringeln, aus welchen derselbe zusammengesetzt ist, und können an allen Abtheilungen des Körpers vorkommen, sodaß man Kopffüße, Brustfüße und Bauchfüße unterscheiden kann. Meistens zeigt sich der Körper auch in diese drei Abtheilungen, in Kopf, Brust und Hinterleib, getheilt, und jeder dieser Theile wieder aus eigenen Ringeln zusammengesetzt, die mehr oder minder deutlich voneinander abgetrennt sind. Sehr häufig erscheinen Kopf und Brust in eine einzige Masse, in das Kopfbruststück (Cephalothorax) zusammengefügt, sodaß dann der Körper, wie bei unserm Flußkrebse, nur aus zwei Abtheilungen besteht, dem Kopfbruststücke, welches Sinnesorgane, Kauwerkzeuge und die wesentlichsten Füße trägt, und einem hintern gegliederten Theile, den man uneigentlicherweise den Schwanz nennt, der aber, da er den Darm und die Fortsetzung des Bauchmarks enthält und eigenthümliche Schwimmfüße trägt, als Hinterleib bezeichnet werden muß. Meist zeigt sich in allen den Fällen, wo der Kopf deutlich von der Brust getrennt ist, diese letztere sowie der Hinterleib deutlich aus einzelnen Ringen zusammengesetzt, die nur in seltenen Fällen vollständig sind, aber stets aus zwei gleichen symmetrischen Hälften bestehen.

Was nun die gegliederten Anhänge selbst betrifft, welche in der Unterfläche dieser Ringe eingelenkt sind, so sind diese der verschiedensten Art, und die Function der einzelnen Anhänge eines Rings wechselt ebenso sehr als ihre äußere Form und Gestalt. Der erste Kopfring ist nur bei wenigen Krustenthieren frei, bei den meisten mit den nachfolgenden verschmolzen; er trägt, wenn überhaupt Anhänge an ihm entwickelt sind, die Augen auf Stielen, welche beweglich sind und meistens zurückgezogen werden können. An dem zweiten und dritten Kopfringe sind die gegliederten Fühlorgane befestigt, die innern oder vordern Fühler (antennulae) sind meistens kleiner und meistens stehen auf einem kurzen Stiele ein oder zwei fadenförmige Anhänge, welche man die Geiseln genannt hat. Die äußern Fühler (antennae), welche sehr selten mehr als eine Geisel haben, sind gewöhnlich bei weitem größer und dienen dem Thiere vorzugsweise zum Betasten fernliegender Gegenstände. Zuweilen sind diese Fühler zu breiten Blättern umgestaltet, in andern Fällen verästelt und dienen dann als Bewegungsorgane.

Die Anhänge der folgenden Ringe sind meistens als Hülfsorgane des Mundes entwickelt, und da sie bei vielen Krebsen zugleich Bewegungsorgane sind und allmählich aus wahren Füßen sich umgestalten, so hat man entweder alle, oder wenigstens die letzten Paare als Kaufüße oder Kieferfüße bezeichnet. Im auffallendsten erscheint diese doppelte Eigenschaft bei dem großen Schildkrebse der Molukken (Limulus), wo das Anheftungsglied der Gangfüße eine knieförmige Beugung gegen den Mund hat und hier mit harten Zähnen besetzt ist, die zum Zermalmen der Beute dienen.

Gewöhnlich finden sich drei Paar Kieferfüße, von welchen das erste Paar fast ausnahmslos als Kauorgan dient, während die nachfolgenden, ebenso wie die Brust- und Bauchfüße, mannichfache Umwandlungen eingehen. Die Entwickelungsgeschichte lehrt, daß die wol allen Krustern ursprünglich zu Grunde liegende Larvenform, welche man Nauplius genannt hat, nur drei Gliedmaßenpaare besitzt, welche unter allen Umständen den drei vordern Paaren der ausgebildeten Thiere entsprechen; das erste Paar den innern, das zweite Paar den äußern Antennen, das dritte dem ersten Kieferfußpaare (Mandibula), und daß alle nachfolgenden Anhänge der ausgebildeten Thiere sich erst durch spätere Sprossung auf den nach und nach hervortretenden Segmenten des Cephalothorax und Hinterleibes entwickeln. Auf die unter dem Cephalothorax angebrachten eigentlichen Gang- oder Schwimmfüße, deren sich bei den höhern Krebsen fünf Paar finden, die oft mit Scheren oder Klauen bewaffnet sind, folgen diejenigen Anhänge, die unter den Ringeln des Hinterleibes stehen und welche man mit dem Namen der falschen Füße oder der Bauchfüße bezeichnet. Die analogen Gebilde sind bei andern Krustenthieren hauptsächlich in blattartiger Form, besonders zur Deckung der Kiemen oder der Eier entwickelt, und auch bei den weiblichen Flußkrebsen dienen diese Anhänge zur Befestigung der Eiertrauben bis zum Auskriechen der Jungen. Das letzte Paar von Anhängen endlich bildet bei dem Krebse die seitlichen Theile, welche mit dem blattartig erweiterten Schwanzstücke jenes mächtige Ruder zusammensetzen, welches für den Krebs das hauptsächlichste Schwimmorgan ist. Die Modificationen, welche diese einzelnen Anhänge bei den verschiedenen Ordnungen und Familien erleiden, können wir bei diesen erst genauer ins Auge fassen, da sie zu sehr ins Einzelne führen würden.

Die Bewegungen der Krustenthiere, zu deren Ausführung sie sich ihrer gegliederten Anhänge bedienen, sind äußerst mannichfaltig. Die meisten leben im Wasser und haben dann wie der Krebs Schwimm- und Gehörorgane zugleich. Bei den guten Schwimmern, die sich zugleich schnell fortbewegen, trägt der Hinterleib stets eine solche breite Flosse wie beim Krebse, und das Thier bewegt sich auf die Weise rückwärts fort, daß es den Hinterleib lebhaft unter die Brust krümmt und so das Wasser wiederholt mit dem breiten Schwanzruder schlägt. Bei andern Schwimmern sind die Füße geiselförmig und mit langen Kämmen von Borsten besetzt, die als mächtige Ruder dienen, während wieder bei andern die Schwimmfüße sich blattartig ausbreiten. Mit vieler Geschicklichkeit wissen sich die meisten Krustenthiere ihrer Gangfüße zu bedienen. Viele im Wasser lebende Arten haben nur solche Gangfüße zur Bewegung, mittels deren sie auf dem Grunde umherkriechen oder sich beim Nahen von Gefahren mit großer Schnelligkeit in Schlamm und Sand einwühlen. Bei manchen entwickeln sich die hintern Bauchfüße zu langen griffelartigen Borsten, die als schnellende Stützen beim Sprunge dienen, und einige Arten, welche den Meeresstrand oder das trockene Land bewohnen, können so schnell und mit so viel Ausdauer laufen, daß ein Mensch ihnen zu folgen kaum im Stande ist. Im Gegensatz hierzu sind bei andern die Füße zu Klammerorganen, Saugnäpfen u. s. w. umgewandelt oder Strudelorgane zur Herbeiführung eines Wasserstroms geworden, und bei den Schmarotzern verkümmern sie endlich gänzlich, ohne sogar zuweilen eine Spur zu hinterlassen.

Das Nervensystem der Krustenthiere zeigt sehr verschiedene Stufen der Ausbildung, besteht aber bei

allen aus einem knotigen Bauchmarke, welches durch einen Schlundring mit einer mehr oder minder verwickelten Gehirnmasse in Verbindung steht. Diese Gehirnmasse, welche hauptsächlich die Sinnesorgane, die am Kopfe liegen, Augen, Ohren und Fühler mit Nerven versieht, schwindet mit der Ausbildung dieser Sinnesorgane und wird endlich bei denjenigen Schmarotzern, die im erwachsenen Zustande gar keine Sinnesorgane besitzen, vollständig vermißt. Zahl und Größe der Bauchknoten richtet sich besonders nach der Unabhängigkeit der einzelnen Ringe, sowie nach der Entwickelung ihrer Anhänge. Bei den langgestreckten Krustenthieren zählt man mehrere und gleichmäßig ausgebildete Knoten des Bauchmarks, während bei den Gattungen mit mehr rundem Leibe, wie z. B. bei den Krabben, die Brustknoten in eine einzige Masse verschmolzen erscheinen und das Bauchmark gänzlich rudimentär wird. Bei starker Entwickelung der Anhänge sind auch die entsprechenden Knoten sowie die von ihnen abgehenden Nerven verhältnißmäßig stärker und kräftiger.

Die Augen der Krustenthiere fehlen zwar im erwachsenen Zustande einigen schmarotzenden oder sonst festsitzenden Familien, kommen aber im jugendlichen Zustande fast ausnahmslos vor. Einfache Augen finden sich meist nur im Jugendzustande, und bei dem Nauplius ist ein einziges, aus zwei Hälften zusammengesetztes Stirnauge Regel. Außer diesem einfachen Auge, das häufig wieder verschwindet oder rudimentär wird, finden sich, meist in der Zweizahl gehäufte oder zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut, welche in manchen Fällen innerhalb eines besondern Raumes, in den meisten dagegen auf besondern, zuweilen sehr langen Stielen beweglich sind. Hörorgane an der Basis der Fühler oder bestimmter Beinpaare, Geruchsorgane ebenfalls an der Fühlerbasis in Form eines Grübchens und krystallhelle Taststäbchen an verschiedenen Stellen des Körpers sind ebenfalls nachgewiesen.

Die Verdauungsorgane der Krustenthiere sind meist in hohem Grade entwickelt, und nur selten zeigen sich solche rudimentäre Formen, wie wir früher zu finden gewohnt waren. Die Mundwerkzeuge sind, wie schon aus der obigen Analyse der Anhänge des Krebses hervorgeht, äußerst mannichfaltig und hauptsächlich nach zwei Grundrichtungen hin ausgebildet. Die meisten Krustenthiere haben kauende Mundtheile; sie zerkleinern ihre Nahrung mittels harter Kiefer, welche von der Seite her gegeneinander wirken und wovon uns in dem Flußkrebse ein Beispiel gegeben war. Bei andern Krustenthieren aber wird durch theilweise Verkümmerung oder Verwachsung der kauenden Mundtheile ein Saugapparat hergestellt, der meist rüsselförmig verlängert ist und oft nebenbei eigene spitze Waffen trägt, womit die Thiere ihre Beute anbohren, um sie nachher aussaugen zu können. Die eigenthümlichen Modificationen, wodurch die kauenden Mundtheile allmählich zu saugenden degradirt werden, sind sehr mannichfaltig ausgeprägt und werden uns bei der genauern Betrachtung der Schmarotzerkrebse noch besonders beschäftigen.

Das Darmrohr selbst verläuft bei den meisten Krustenthieren in gerader Linie von dem Munde bis zu dem am Schwanzende befindlichen After, und bei vielen lassen sich sogar nicht einmal einzelne Abtheilungen unterscheiden. Nur selten zeigt der Darm schlingenförmige oder schraubenartige Biegungen, und nur bei einer einzigen Ordnung, bei den Rankenfüßern, endet er in ziemlich bedeutender Entfernung von dem Schwanzende. Bei den höhern Formen lassen sich meistens Schlund, Magen, Mitteldarm und Afterdarm unterscheiden. Der Magen ist sehr häufig auf seiner innern Fläche nicht nur mit hornigen Borsten und Haaren, sondern auch mit förmlichen Zahnleisten bewaffnet, welche durch besondere Muskeln gegeneinander bewegt und zum Zerkleinern der Nahrung benutzt werden können. Diese Hornbewaffnung des Magens zieht sich als feiner, meist aus Haaren bestehender Ueberzug durch den ganzen Verlauf des Darmrohrs fort und wird auch bei der jährlichen Häutung gewechselt, wo dann die abgestoßenen Stücke theils aus dem Munde, theils aus dem After hervorgezogen werden.

Die meisten Krustenthiere besitzen keine Speicheldrüsen, dagegen eine sehr deutliche Leber, welche bald in Form verästelter Blindschläuche, bald als sehr bedeutende Drüsenmassen auftreten, deren röhrige Structur sich deutlich erkennen läßt und deren Ausführungsgänge meistens unmittelbar hinter dem Magen in den Darmkanal einmünden. Gewöhnlich sind diese Drüsenmassen gelb gefärbt und füllen einen beträchtlichen Theil der Leibeshöhle aus.

Die Athemorgane sämmtlicher Krustenthiere sind auf Wasserathmung berechnet und demnach als Kiemen ausgebildet. Manchen niedern Ordnungen fehlen indeß diese Kiemen durchaus und es scheint hier die Athmung lediglich durch die äußere Haut bewerkstelligt zu werden. Bei den meisten Krustenthieren hingegen finden sich eigene Kiemen, die entweder frei an dem Körper, und zwar an der Basis der Gliederanhänge angebracht sind, oder in besondern Höhlen unter dem Kopfbrustschilde liegen. Bei vielen Krustenthieren sind theils an den Bauchfüßen, theils an den vordern Körperanhängen besondere Fortsätze entwickelt, welche in steter Bewegung erhalten werden und einen lebhaften Strudel erzeugen, der das Wasser an der Unterfläche des Körpers und in der Umgebung der Kiemen beständig wechselt. Die Kiemen selbst sind entweder baumartig verästelt, oder von einfachen oder zusammengesetzten Blättern gebildet, die von wandungslosen Gefäßen durchzogen werden. In der einfachern Form zeigen sich diese Kiemen besonders bei den Blattfüßern und den ihnen nahe stehenden Ordnungen, wo oft eine große Anzahl breiter Blätter entwickelt ist, welche an der Unterfläche des Leibes übereinanderliegen und beständig auf- und zugeklappt werden. Meistens sind hier noch eigene Deckel entwickelt, welche diese mit äußerst zarter Haut überzogenen Kiemenblättchen wie Unbilden schützen. Die wandungslosen Kanäle, in welchen das Blut strömt, ziehen sich zwischen den hier den hart aneinanderliegenden dünnen Lamellen dieser Kiemenblättchen hin. Bei andern Ordnungen, namentlich bei den Maulfüßern, hängen die baumartig verästelten, zarten, röhrigen Kiemen frei an der Unterfläche des Bauchs, während sie bei den Zehnfüßern, wie namentlich bei unserm Flußkrebse, zu beiden Seiten unter dem Kopfbrustschilde in eigenen Höhlen verborgen sind. Diese Kiemenhöhlen werden durch eigene Scheidewände von der Eingeweidehöhle getrennt, von dem Kopfbrustschilde überwölbt und haben zwei Zugänge, einen spaltförmigen längs dem freien Rande des Kopfbrustschildes, durch welchen das Wasser eindringt, und einen vordern Halbkanal, der sich zur Seite des Mundes öffnet und zum Austritte des Wassers bestimmt ist. In diesem Halbkanale spielt der Taster des hintern Kaufußes wie eine Klappe oder wie ein Pumpenstengel hin und her, und bewirkt so die stete Erneuerung des Wassers. Bei manchen Krustenthieren, welche auf dem Lande leben, können die spaltförmigen Zugänge der Kiemenhöhle vollständig abgeschlossen werden, und da außerdem bei diesen Thieren die innere Fläche der Wandung der Kiemenhöhle netzartig oder schwammig entwickelt ist, so können sie das zur Befeuchtung der Kiemen nöthige Wasser lange Zeit auch auf dem trockenen Lande bewahren.

Bei einigen Landasseln finden sich außer den Kiemen noch besondere Höhlen, welche offenbar zur Athmung dienen und die wir bei den Familien selbst genauer betrachten werden.

Das Blut der Krustenthiere ist meistens farblos oder schwarzröthlich oder violett gefärbt; die Blutkörperchen, welche stets farblos sind, erscheinen als rundliche, rauhe, feinkörnige Körperchen, die oft einen ziemlich großen Kern zeigen. Der Kreislauf fehlt zwar regelmäßig, aber meistens unvollständig, als jene rückführende Gefäße gänzlich fehlen und die Blutflüssigkeit sich durch die Zwischenräume der Organe einen Weg zum Herzen zurückbahnen muß. Ein Herz fehlt selten; es liegt stets in der Mitte des Rückens, meist unmittelbar unter der Schale, und hat bei den Gattungen mit länger gestrecktem Körper oft eine Schlauchform, während es bei denen mit kürzerm Kopfbruststücke einen kurzen, meist in seitliche Zipfel ausstrahlenden Sack darstellt. Bei den niedern Familien der Krustenthiere, wie namentlich bei den Schmarotzerkrebsen, fehlt das Herz einen an beiden Enden offenen Schlauch ist, welcher die in wandungslosen Räumen herzuströmende Blutmasse in seine hintere Oeffnung aufnimmt und durch die vordere wieder austreibt. Meistens finden sich hier in der Nähe des Herzens größere Blutenräume, in welchen das Blut sich sammelt, um dann bei dem nächsten Herzschlage in den Schlauch zurückzutreten. Bei den höhern Typen findet sich das vom Herzen ausgehende Arteriensystem, oder das die Athemorgane speisende Gefäßsystem mehr oder minder mit Wandungen ausgestattet.

Mit Ausnahme der Rankenfüßer, welche Zwitter sind, kommen bei allen übrigen Krustenthieren männliche und weibliche Individuen vor, die in den meisten Fällen sich nicht nur durch die Form der äußern Geschlechtstheile, sondern auch durch die Körpergestalt unterscheiden. Fast allgemein sind die Weibchen weit größer als die Männchen, und diese Verkümmerung geht so weit, daß bei einigen Schmarotzerkrebsen das Männchen, welches unendlich viel kleiner ist, eine abweichende Gestalt hat und stets an dem Weibchen anklammert hängt, für einen Schmarotzer des Weibchens gehalten werden könnte. Bei einigen niedern Gruppen der Krustenthiere sind übrigens männliche Individuen sehr selten, oder auch an einzelnen Orten der einzelnen Arten noch nicht beobachtet. Unzweifelhaft findet bei vielen während längerer Zeit oder selbst beständig Fortpflanzung ohne Befruchtung statt.

Die männlichen innern Geschlechtsorgane zeigen alle möglichen Zwischenformen von der Gestalt eines einfachen, blind geendeten Schlauchs an bis zu einer förmlichen Hodendrüse, die aus einem Knäuel enger Kanälchen zusammengesetzt ist und zuletzt in zwei Ausführungsgänge übergeht, die sich nach außen öffnen. Meist sind zwei zu beiden Seiten der Mittellinie liegende Hoden vorhanden, die aber oft auch miteinander verschmelzen und so nur einen einzigen Drüsenkörper darstellen. Die männlichen Geschlechtsöffnungen finden sich stets an dem Bauche, oft nur als zwei feine seitliche Schlitze, während bei den höhern Krebsen förmliche Ruthen vorhanden sind, deren Einbringung in die weiblichen Geschlechtsöffnungen oft noch durch secundäre Anhänge unterstützt wird, die von den ersten Haaren der falschen Füße gebildet werden. Außer diesen Hülfsorganen der Begattung finden sich häufig bei den Männchen noch eigenthümliche Umgestaltungen einzelner Körperanhänge, besonders der Fühler und der Füße, wodurch dieselben geschickt werden, die Weibchen zu umklammern und festzuhalten. Die Samenmasse der Krustenthiere unterscheidet sich meist wesentlich von derjenigen aller andern Thiere, indem statt beweglicher, fadenartiger oder keulenförmiger Samenelemente, runde, flache, starre, unbewegliche Körper sich vorfinden, die scheibenartig sind und meistens in starre Strahlen auslaufen, welche ebenfalls keine Beweglichkeit zeigen.

Die weiblichen Geschlechtstheile erscheinen im wesentlichen in ähnlicher Form wie die männlichen, jedoch oft nur durch den Inhalt die Natur der innern Geschlechtstheile erschließen werden kann. Bei vielen Krustenthieren hängen die Eileiter mit aus Blindedärmen gebildeten Kittorganen zusammen, welche die Eier beim Heraustreten miteinander verkleben; bei andern vereinigen sich die Eileiter jederseits in ein birnförmiges Säckchen, welches wahrscheinlich zur Aufnahme des bei der Begattung ergossenen Samens bestimmt ist, also die Bedeutung einer Samentasche hat. Die Geschlechtsöffnungen sind fast stets doppelt, eine auf jeder Seite, und finden sich meist an der Wurzel des Hinterleibes, an dem letzten Fußpaare der Brust, oder noch unter dem Kopfbrustschilde selbst. Die Fußpaare, welche sich unter dem Hinterleibe befinden, sind fast bei allen weiblichen Krustenthieren in eigenthümlicher Weise zur Aufnahme der gelegten Eier bestimmt, die mittels eines klebrigen Stoffs an die Blätter oder Borstenhaare dieser Füße in Gestalt von Trauben oder Haufen befestigt werden. Meist sind in diesen Fällen die vordern Afterfüße breit und blattartig, sodaß sie förmliche Deckel über diese unter dem Schwanze geborgenen Eierhaufen bilden. In den niedern Reihen der Krustenthiere werden auch häufig die Eier von den Weibchen bis zur vollständigen Entwickelung der Larven in mehr oder minder langen, durchsichtigen Schläuchen getragen, die zu beiden Seiten am Leibe befestigt sind.

Die meisten Kruster durchlaufen höchst eigenthümliche Larvenzustände, welche sogar in mehrfachen Formen bei vielen aufeinanderfolgen und so sehr von den erwachsenen Thieren verschieden sind, daß man sie unter besondern Gattungsnamen (Nauplius, Zoëa, Phyllosoma u. s. w.) verschiedenen Familien und Ordnungen zutheilte. Die häufigste Grundform, welche bisjetzt bei einzelnen Typen fast aller größern Abtheilungen, mit Ausnahme der Sitzaugen (Edriophthalma), nachgewiesen wurde, ist ein Thierchen mit drei Fußpaaren, einem unpaaren Stirnauge, bauchständigem, hinter einer großen Oberlippe verborgenem Munde, geradem Darmkanal, endständigem After und ungegliedertem Körper, das mit dem Namen Nauplius belegt wurde. Bei fast allen Entomostraceen und manchen Podophthalmen erscheint diese Grundform als freilebendes Thier, bei den meisten Stielaugen spielt sich die entsprechende Entwickelungsphase im Ei ab. Die spätern Formen bilden sich durch successive Häutungen aus und durch rückschreitende Metamorphose; besonders bei Schmarotzern und festsitzenden Thieren verschwinden oft die ursprünglichen Glieder des Nauplius, das Auge u. s. w. gänzlich, wie denn überhaupt bei keiner Klasse die Rückbildungen eine so wesentliche Rolle spielen, als bei den Krustern.

Ordnung der Sitzaugen (Edriophthalma).

Kein ausgebildeter Cephalothorax; zusammengesetzte sitzende Augen.

Unterordnung der Asseln (Isopoda).

Körper breitgedrückt; Kopf nur mit dem ersten Brustringe verschmolzen oder frei, blätterige Kiemen am Bauche.

Der Körper der Asseln ist gewöhnlich platt, von oben nach unten zusammengedrückt, bald mehr läng-

lich, bald eiförmig, oder selbst der Kreisform sich nähernd; ihr Kopf ist klein, aber stets deutlich von dem ersten Brustringe getrennt; die gewöhnlich gehäuften, seltener zusammengesetzten Augen rund, zuweilen von bedeutender Größe; die Fühler von mäßiger Länge, gewöhnlich quer nach außen gestellt, die vordern zuweilen rudimentär; die Mundwerkzeuge sind wohlausgebildet, die Kiefer stark, gezähnelt, die Kaufüße sehr groß, aber von wechselnder Form; die Brust besteht aus sieben Ringen, deren Seitenränder meist blattartig vorragen; jeder Brustring trägt ein Paar Füße, die fast immer von gleicher Form sind und am Ende eine scharfe Klaue, niemals eine Schere haben; an ihrer Basis tragen diese Füße bei den Weibchen eine breite Platte zur Aufbewahrung der Eier, niemals aber solche Kiemenblätter, wie bei den folgenden Ordnungen. Der Hinterleib ist wohl ausgebildet, ursprünglich aus sechs Ringen zusammengesetzt, die aber zuweilen miteinander verschmolzen sind. Die Bauchfüße tragen jeder zwei große, häutige, eiförmige Blätter, deren inneres Blatt sehr zart ist und als Kiemenblatt fungirt; das sechste Bauchfußpaar dagegen weicht von den vorhergehenden in seiner Bildung ab und zeigt sich gewöhnlich in Gestalt eines deckelartigen Flügels, der sich über die andern Flügeldecken hinüberklappen kann; zuweilen auch bilden diese letzten Bauchfüße eine Art stielförmigen Schwanzes oder eine Flosse.

Das Nervensystem der Asseln besteht aus einem ziemlich großen Hirnknoten, aus sieben gewöhnlich gleichmäßig großen Brustknoten, die durch Längsfaden miteinander verbunden sind und auf die zuweilen noch mehrere kleine Hirnknötchen folgen. Der Magen ist innen mit gezähnten Hornleisten besetzt und das Herz erstreckt sich über die ganze Länge des Rückens. Die oben beschriebenen Kiemenblätter erleiden bei den Landasseln bemerkenswerthe Modificationen, die wir bei dieser Familie betrachten werden. Eierstöcke und Hoden gleichen sich in ihrer Gestalt und bilden seitliche Blindschläuche, die sich bei den Weibchen an der Basis des fünften Fußpaares, bei den Männchen auf dem letzten Brustringel, entweder auf doppelten, warzenartigen Ruthen, oder in einer einzigen kurzen Ruthe öffnen, welche durch zwei lange Stiele, die von dem zweiten Fußpaare ausgehen, noch unterstützt wird. Die Asseln durchlaufen keine eigentliche Metamorphose; doch haben die meisten Jungen beim Ausschlüpfen aus dem Ei weniger Körperringe und Beinpaare. Es läßt sich bei ihnen eine förmliche Reihe von hochentwickelten Landthieren bis zu asymmetrischen, rückgebildeten Schmarotzern verfolgen.

Wir erwähnen hier die Familie der Landasseln (Oniscida) (Landassel, Oniscus murarius, Taf. 28, Fig. 23). Die meisten dieser Thiere leben auf dem Lande an feuchten, schattigen Orten, unter Steinen, im Moose, in Mauerritzen und Gewölben, und sind zu diesem Zwecke mit eigenen Organen zur Luftathmung versehen; die Kiemenblättchen der hintern Bauchfüße sind nämlich sehr rudimentär, die der vordern dagegen bedeutend entwickelt und an ihrer Basis mit einer engen Spalte versehen, welche in eine gefäßartig verzweigte Höhle führt, die zwischen den Lamellen der Platten sich hinzieht und stets mit fein zertheilter Luft gefüllt ist, die sich leicht hervorpressen läßt. Offenbar stellen diese Blätter den ersten Anfang zur Ausbildung solcher luftathmender Organe dar, wie wir sie früher namentlich bei den Spinnen in einem weit höhern Grade der Ausbildung gefunden haben.

Ferner die Wasserasseln (Asellida) mit stielförmigen Anhängen am Hinterleibe; die abgebildete Art, in einem Theile der Abdrücke fälschlich Fischassel genannt, lebt im Nordmeere. (Kroyer's Wasserassel, Asellus Kroyeri, Taf. 28, Fig. 22.)

Die Kugelasseln (Sphaeromida) (Kugelassel, Sphaeroma serratum, Fig. 24) mit hinterer Schwimmflosse und hintern Gehfüßen; die abgebildete Art des Nordmeeres kann sich zusammenkugeln; die Fischläuse (Cymothoida) (Fischlaus, Cymothoë oestrum, Fig. 25), mit ähnlicher Schwimmflosse, aber hakigen Klauenfüßen, mit welchen sie sich an Fischen festhalten; die Garneelasseln (Bopyrida) (Garneelassel, Anthothoracica, Fig. 26), deren Weibchen an den Kiemen der Garneelen schmarotzen und gänzlich unsymmetrisch werden, während die Männchen, wie das abgebildete, den Asselntypus bewahren.

Unterordnung der Kehlfüßer. (Laemodipoda).

Hinterleib mit seinen Anhängen verkümmert.

Der Kopf dieser Thiere ist cylindrisch zusammengedrückt und noch mit dem ersten Brustringe verwachsen, sodaß er das erste Fußpaar trägt. Es sind stets vier Fühler vorhanden, die immer eine cylindrische oder borstenförmige Gestalt haben. Die Mundwerkzeuge bestehen aus einer fast kreisförmigen Lippe, einfachen, stark gezähnelten Kiefern, zwei Paar blättrigen Kinnladen und einem Paar großer Kaufüße, die lange Tastergeiseln tragen. Die Normalzahl der Füße ist sieben, zuweilen aber sind statt des dritten und vierten Fußpaares eigenthümliche Blasen entwickelt, welche die Athemwerkzeuge vervollständigen und auch an dem zweiten Ringe vorkommen. Die übrigen Füße sind gewöhnlich mit scharfen, klingenförmig einschlagbaren Haken, niemals mit Scheren bewaffnet.

Zu dieser wenig zahlreichen Unterordnung gehören die Familie der Walfischläuse (Cyamus) mit breitem Körper, und die der Gespenstkrebse (Caprellida) (Gespenstkrebs, Caprella linearis, Taf. 28, Fig. 21) mit stabförmigen, langen Fühlern und eigenthümlichen klappenförmigen Bruttaschen am Unterleibe des Weibchens. Die trägen Thierchen klettern am Tang der Meeresküsten umher.

Unterordnung der Flohkrebse (Amphipoda).

Körperseitlich zusammengedrückt; Hinterleib stark entwickelt, an allen Ringen Glieder und theilweise Springborsten tragend.

Der Kopf ist vollkommen von dem ersten Brustringe getrennt, nicht, wie bei der vorigen Ordnung, zuweilen mit demselben verschmolzen, und trägt stets zwei ziemlich bedeutende, gehäufte Augen, denen zuweilen selbst eine gemeinschaftliche Hornhaut abzugehen scheint, während in andern Fällen unter der glatten Hornhaut eine zweite facettirte sich findet. Gewöhnlich sind vier Fühler vorhanden, die auf den Seiten des Kopfes untereinander stehen und oft eine sehr bedeutende Länge erreichen. Die Mundwerkzeuge bestehen aus einer Oberlippe, einem Paar gezähnter Kiefer, die einen Taster tragen, zwei Paar Kinnladen und einem Paar Kaufüße, die in der Mitte zu einer Art Unterlippe verwachsen. Die Brust ist stets in sechs oder sieben Ringe getheilt, die sich auf den Seiten hin abkrümmen und hier eigene Deckschilde für die Basis der Füße bilden, die gewöhnlich einfach sind und meist an ihrem Grunde eine große häutige Kieme

blase tragen. Die Weibchen zeigen oft an der Basis ihrer Füße eigene cylindrische Anhänge, welche dazu bestimmt sind, die Eier festzuhalten, die sie unter dem Bauche tragen. Der Hinterleib ist sehr entwickelt und meist mit vielfachen Anhängen versehen; die drei ersten Paare der Bauchfüße gestalten sich zu Schwimmorganen und tragen lange, hornige, stark behaarte Endblätter; die hintern Paare sind gänzlich an das Ende des Leibes gerückt, und bald blätterig, sodaß sie eine Schwimmflosse bilden, bald auch in Form langer, pfriemförmiger Griffel ausgezogen, auf die sich die Thiere bei untergeschlagenem Bauche stützen und die ihnen so gewissermaßen als Springstangen dienen.

Die Familie der **Flohkrebse** (Gammarida) kommt sowol im süßen Wasser, als besonders häufig im Meere an dem Strande vor; wo sie zu Tausenden in Schwärmen umherhüpfen oder mit ihren langen Fühlern im Schlamm aufklopfen, um die darin verborgenen Würmer aufzusuchen. Der Kopf dieser Thierchen ist meist kleiner als in der vorigen Familie, zugerundet und mit zwei Paaren gewaltig großer Fühler besetzt, die untereinander stehen. Die Kaufüße sind sehr groß, die Unterlippe bedeutend entwickelt und an ihrer Seite drei lange geisselförmige Taster angebracht. Die Brust ist stets sieben Ringe, und die zwei vordern Fußpaare sind gewöhnlich am stärksten und zum Greifen der Beute oder zum Aufwühlen des Bodens geeignet; die Seitenstücke der Rückenschilde steigen gewöhnlich sehr tief herab und bilden so eine Art tiefer Rinne, in welcher sich die Füße fast nur von hinten nach vorn bewegen können. Bei den einen, zu welchen unser in allen süßen Gewässern gewöhnlicher Flohkrebs (Gammarus pulex, Taf. 28, Fig. 19) und der (irrthümlich in einem Theile der Exemplare des Atlas Quallenflöh benannte) Küstenfloh (Talitrus saltator, Fig. 20) gehören, ist der Hinterleib stark gebogen; bei den im Sande wühlenden Gattungen nicht. Die Familie der **Quallenflöhe** (Hyperida), deren Arten in Quallen und andern Seethieren leben, unterscheidet sich durch die ungeheuere Entwickelung des großen Kopfes und der Augen.

Ordnung der Stielaugen (Podophthalma).

Entwickelter Cephalothorax; zusammengesetzte Augen auf beweglichen Stielen.

Der Körper besteht aus zwei wohlgetrennten, in der äußern Gestalt wie durch ihre Anhänge geänderten Abtheilungen, die sich auf der Rückenseite besonders kenntlich machen; nämlich aus einer Kopfbrust, welche die Sinneswerkzeuge, den Mund und die ihn umgebenden gegliederten Anhänge, sowie die wesentlich zum Gehen und Greifen bestimmten Füße trägt, und einem Hinterleibe, welcher stets aus einer größern oder geringern Anzahl von Ringeln zusammengesetzt ist. Ein Hauptkennzeichen der ganzen Ordnung besteht darin, daß die **Augen**, welche stets zusammengesetzte, mit facettirten Hornhäuten versehene Augen sind, auf besondern beweglichen Stielen sitzen, die zuweilen eine bedeutende Länge erreichen und gewöhnlich in eigene Gruben zurückgezogen werden können. Die **Kaumwerkzeuge** sind immer zum Kauen eingerichtet und aus einer Oberlippe, einem Paar Kiefern und mehrern Paaren von Kinnladen zusammengesetzt; meist finden sich auch noch einige besondere Paare von Kaufüßen, sodaß das Ganze eine höchst verwickelte Zusammenstellung verschiedener gegliederter Organe zeigt, welche bald zum Kauen, bald zum Bürsten, Betasten und Reinigen der Nahrungsmittel bestimmt sind. Die eigentlichen Füße sind fast immer in der Zahl von fünf Paaren vorhanden, was ebenso wie das Fehlen einer Unterlippe ein leichtes Kennzeichen zur Unterscheidung von der folgenden Unterklasse abgibt. Die Füße sind meistens cylindrisch und entweder zum Gehen, Schwimmen oder Greifen eingerichtet, wonach namentlich ihre Endglieder sehr verschiedene Formen zeigen.

Eine fernere wesentliche Auszeichnung der stielaugigen Krustenthiere wird durch den Bau der **Athemorgane** gegeben. Während in allen übrigen Ordnungen entweder die Füße selbst oder ein Theil derselben zu meist blätterigen Anhängen umgewandelt sind, welche der Athmung vorstehen, findet man hier eigene Athemorgane, Kiemen, von gefiedertem oder blätterigem Baue, die gewöhnlich in einer eigenen Höhle unter dem Kopfbrustschilde geborgen sind, zuweilen aber auch frei an der Unterfläche des Körpers, an den Bauchfüßen angeheftet getragen werden.

Unterordnung der Zehnfüßer (Decapoda).

Zehn Brustfüße; Cephalothorax ungegliedert; die blätterigen Kiemen von der Wurzel der Brustfüße und der beiden letzten Kaufüße entspringend und in einer seitlichen Höhle des Brustschildes verborgen.

Gruppe der Taschenkrebse oder Krabben (Brachyura).

Von oben gesehen bietet der **Körper** dieser Thiere nur eine einzige, bald mehr runde, bald nach vorn zugespitzte Masse dar, welche von dem Kopfbrustschilde durchaus bedeckt wird; dieses ist meist ebenso breit oder noch breiter als lang, nach vorn zuweilen schnabelförmig ausgezogen, meist aber abgestutzt oder in Bogen gerundet und häufig durch Furchen, die aber niemals durchgehen, in verschiedene Felder getheilt. An dem vordern Stirnrande geht dieses Schild über den Augenring hinaus und verbindet sich nach unten mit einer Fortsetzung des zweiten Ringes, sodaß der Augenring ganz innerhalb des Schildes liegt und die auf beweglichen Stielen stehenden Augen gänzlich in die Höhlungen unter der Stirn zurückgeschlagen werden können. Die innern Fühler sind stets sehr kurz und stehen zwischen den Augen an der Mittellinie in der Weise angebracht, daß sie gänzlich in Quergruben des Stirnrandes zurückgelegt werden können. Die äußern Fühler sind ebenfalls kurz, aber nicht zurückziehbar. Das Brustschild biegt sich von allen Seiten nach unten um, und läßt auf der untern Fläche nur einen geringen leeren Raum, den **Mundrahmen**, in welchem die Kauwerkzeuge angebracht sind und in dessen vordern Ecken sich die ausführenden Kanäle der Kiemenhöhlen öffnen; nach hinten zu schlägt sich das Rückenschild auf der Seite so ein, daß es die ganze Kiemenhöhle deckt und nur einen schmalen Schlitz zum Eintritt des Wassers in die Kiemenhöhle läßt. Betrachtet man eine Krabbe von unten, so sieht man vorn in dem Mundrahmen des umgeschlagenen Kopfbrustschildes die **Kauwerkzeuge**, und weiter nach hinten ein breites, bald eiförmiges, bald mehr rundes Schild, das **Brustbein** oder **Bauchschild**, an dessen äußern Rändern die Beine eingelenkt sind, während in der Mitte in einer vertieften Rinne der untergeschlagene, rudimentäre **Hinterleib** eingelagert ist. Bei den Weibchen ist derselbe meist weit breiter als bei den Männchen und trägt mittels langer, dünner, stabförmiger Anhänge am zweiten bis fünften Ringe die Eier, welche unter dem Bauche festgehalten sind. Schlägt man den Hinterleib zurück, so sieht man bei

dem Männchen an seinem Grunde die röhrenförmigen Ruthen, während bei dem Weibchen die Oeffnungen der Eileiter etwa der Mitte des Hinterleibes gegenüber in der Rinne desselben auf dem Bauchschilde angebracht sind. Die Kauwerkzeuge, welche in dem Mundrahmen des umgeschlagenen Brustschildes stehen, sind förmlich aufeinander gehäuft, sodaß ein hinteres Paar von Anhängen stets das vorhergehende verbirgt und das dritte und letzte Kaufußpaar mit seinen verbreiterten Gliedern die ganzen Kauwerkzeuge wie mit zwei Flügelthüren deckt. Es bestehen übrigens diese Werkzeuge aus drei Paar Kaufüßen von meist sehr complicirter Gestalt, zwei Paar Kinnladen und einem Paar Kiefern. Alle Krabben haben fünf einfache, an den Rändern des Bauchschildes eingelenkte Fußpaare, die stets alle wohl ausgebildet sind und von denen das erste immer eine Schere trägt, während die andern vier Paare gewöhnlich nur mit einer Klaue oder mit Schwimmplatten enden. Viele Krabben sind geschickte Schwimmer, die andern aber gute Läufer, die indeß dadurch überraschen, daß sie fast niemals vorwärts, sondern stets von der Seite laufen, was einen ziemlich komischen Anblick gewährt.

Die Eier werden von den weiblichen Krabben unter dem Bauche getragen, und die Embryonen schlüpfen in Gestalt großäugiger Krebschen aus, welche in der Gestalt viele Aehnlichkeit mit den langschwänzigen Krebsen zeigen, ein längliches Rückenschild und einen bedeutenden Hinterleib besitzen, mit dem sie sehr lebhaft herumschwimmen. Bei der ersten Häutung erhalten diese Thierchen mitten auf dem gewölbten Rückenschilde einen unverhältnißmäßig langen, hornartig gekrümmten Stachel, während zugleich der vordere Schnabel des Schildes einen zweiten, nach unten gekrümmten Stachel bildet, der dem Rückenstachel an Länge nichts nachgibt. Die Augen sind ungeheuer groß und stehen auf beweglichen Stielen; die Anhänge der Füße wechseln sehr in Gestalt und Form, da alle diese Thierchen gewöhnlich verschiedenen Entwickelungszuständen angehören, die man früher unter dem Gattungsnamen Zoëa zusammenfaßte. Der Hinterleib dieser Larven ist sehr entwickelt und am Ende mit bedeutenden Flossenborsten versehen. Nach wiederholten Häutungen erlangen diese Larven eine weitere Form, welche man ebenfalls als besondere Gattung unter dem Namen Megalops beschrieben hat. In dieser Gestalt haben die Thiere die beiden gekrümmten Hornstacheln verloren; die beiden Fühlerpaare sind deutlich, das Rückenschild hat eine länglich leierförmige Gestalt, die fünf Fußpaare sind vollständig da, das vorderste mit Scheren bewaffnet, nur der Hinterleib ist noch sehr lang und mit falschen Füßen besetzt, welche Flossenborsten tragen; diese brauchen nur verloren zu gehen und der rudimentäre Hinterleib unter das schon bedeutend breite Bauchschild untergeschlagen zu werden, so ist die junge Krabbe auch in der Gestalt ihren Aeltern ähnlich.

In der außerordentlich zahlreichen Familie der Krabben (Cancerida), die sich durch ein viereckiges, vorn quer abgestutztes Maul unterscheidet, hat man, nach der Form des Panzers, viele Formen unterschieden, als deren äußerste Grenzen wir eine Landkrabbe (Gecarcinus rusticola, Taf. 28, Fig. 8) mit vorn breitem Kopfschild, und eine Dreieckkrabbe (Spinnenkrabbe, Maja squinado, Fig. 10) abbilden. Erstere lebt auf den Antillen auf dem Lande in Erdlöchern, oft stundenweit von der Küste, nach welcher hin sie zur Fortpflanzung in großen Scharen bei Nacht wandert; eine besondere Einrichtung schützt die Kiemen vor dem Vertrocknen; letztere ist häufig im Mittelmeer, ebenso wie die Wollkrabbe (Dromia vulgaris, Fig. 11), welche sich durch die Verkümmerung des auf den Rücken geschlagenen letzten Beinpaares auszeichnet. Auf dem Thiere sitzen mit Schwämme oder Seescheiden, die es gänzlich unkenntlich erscheinen lassen. Zu der Familie der Spitzmäuler (Oxystomata) mit dreieckiger Mundöffnung, deren verlängerte Spitze nach vorn gerichtet ist, gehört die sonderbare, im Indischen Ocean lebende Froschkrabbe (Ranina dentata, Fig. 9).

Gruppe der Halbschwänzer (Anomura)

Die Gruppe wird von einigen Familien gebildet, die eine förmliche Stufenfolge von Uebergängen von den langschwänzigen Krebsen zu den kurzschwänzigen Krabben bieten, und stets die Charaktere der einen wie der andern dieser Ordnung so miteinander vereinigen, daß die Thiere keiner von beiden Ordnungen zugezählt werden können. Die allgemeine Körperform erinnert bei den einen an die Krebse, während sie bei den andern derjenigen der Krabben so gleich ist, daß nur eine genauere Untersuchung beide scheiden läßt. Der Kopfbrustschild ist stets sehr ansehnlich und weit entwickelter als der Hinterleib, welcher niemals, so wie bei den Krebsen, durch eine breite, fächerförmige Flosse und gewaltige Muskulatur das hauptsächlichste Schwimmorgan abgibt, sondern entweder wie bei den Krabben unter den Leib gebogen und rudimentär, oder beutelförmig und von weicher Beschaffenheit ist. Die innern Fühler sind groß und gewöhnlich frei, wie bei den Krebsen; nur bei einer Familie können sie in besondere Gruben des Stirnrandes zurückgeschlagen werden, wie es allgemein bei den Krabben der Fall ist. Die Struktur der Brust wechselt ungemein; gewöhnlich ist ihr letzter Ring nicht mit den vorigen verwachsen, sondern nur eingelenkt, und das Brustschild bald schmal, bald breit, aber niemals mit einer mittlern Naht und einer darin entwickelten innern senkrechten Platte versehen. Die drei ersten Fußpaare sind stets vollkommen ausgebildet und das erste häufig mit einer großen Schere versehen, während das fünfte immer und das vierte gewöhnlich rudimentär ist und dann als scheinbar nutzloser Anhang auf dem Rücken getragen oder zum Anklammern in den Wohnungen benutzt wird. Der in seiner Form so sehr wechselnde Hinterleib trägt niemals falsche Füße, wie bei der vorigen Ordnung, sondern höchstens an seinem vorletzten Ringe ein Paar unbedeutender Anhänge von verschiedener Gestalt. Endlich findet man ein unterscheidendes Kennzeichen von den Krabben darin, daß sich die Eileiter stets in derselben Weise wie bei den Krebsen auf dem Wurzelgliede des dritten Fußpaares und niemals am Brustschilde nach außen öffnen.

Den langschwänzigen Krebsen steht am nächsten die Familie der Bernhardinerkrebse (Pagurida), deren Kopfbrust die gestreckte Form der Krebse hat, während der Bauch vollkommen weich ist und keine Flosse am Hinterende trägt. Die Kopfbrust ist gewöhnlich durch eine quere Furche in eine hintere und vordere Hälfte getheilt zerlegt; die vordersten Füße sehr groß, gewöhnlich ungleich und mit einer Schere bewaffnet, die beiden folgenden nur mit einer Kralle versehen, alle sonst wohl entwickelt und zum Gehen geeignet, das vierte und fünfte Paar rudimentär, gewöhnlich mit zwei schwachen Fingern geendet, dient meist nur zum Stemmen und Festhalten. Der Hinterleib ist nackt, weich, beim Männchen auf der linken Seite gewöhnlich mit Haltorganen versehen. An der Spitze des Hinterleibes befinden sich zwei Hornblättchen, die ein Paar Anhänge tragen, welche meist unsymmetrisch entwickelt sind. Die meisten Thiere dieser Familie [illegible]

mit ihrem weichen Hinterleibe in leere Schneckenschalen, deren Bewohner sie wahrscheinlich vorher auffressen, und klammern sich mit ihren hintern Füßen und mit den Anhängen des Leibes in den Schalen fest, die sie beständig mit sich herumschleppen. Eine gewaltig große Art (Kokoskrebs, Birgus latro, Taf. 28, Fig. 12) lebt an den Küsten der Inseln Südasiens in Erdlöchern, klettert nachts auf die Kokosbäume und knipt mit ihren starken Scheren die Nüsse auf.

Wir erwähnen außerdem noch die Familie der Afterkrebse (Hippida) mit länglichem, sehr gewölbtem Rückenschilde, hartschaligem, untergebogenem Hinterleib und einigen Endanhängen. Die abgebildete Art, der Weißkrebs (Albunea symnista, Fig. 13), lebt im indischen Ocean im Sande vergraben.

Die Familie der Porzellankrebse (Porcellanida) hat große Scheren und rudimentäres letztes Fußpaar. Die abgebildete Art (Galathea strigosa, Fig. 14), häufig im Mittelmeere, einem langschwänzigen Krebse in der Form sehr ähnlich.

Gruppe der Langschwänzer (Macrura).

Langgestreckte Thiere mit kräftig entwickeltem Hinterleibe, deren Brustschild meist viel länger als breit ist und sich seitlich kaum über die Basis der Füße hinaus verbreitet. Gewöhnlich läuft dieses Schild, dessen seitliche Theile sich über die Kiemen hinab nach unten wölben, nach vorn in eine zwischen den Augen stehende Spitze (rostrum) aus, während es nach hinten ausgeschweift ist und mit dem ersten Hinterleibsringe sich einlenkt. Auf der untern Fläche findet man zwischen den Füßen nur eine dünne, schmale Leiste als Brustbein, die nach innen vielfache Vorsprünge zeigt und den Füßen sowie deren Muskeln zum Ansatzpunkte dient. Die Fühler sind gewöhnlich sehr entwickelt und stehen meist auf derselben Linie; die innern sind stets fadenförmig, oft getheilt und können niemals in eine Grube zurückgelegt werden, die äußern wechseln vielfach in ihrer Gestalt, tragen aber gewöhnlich an ihrer Basis eine horizontale Platte. Die Mundwerkzeuge, die in einer vertieften Grube liegen, sind sehr complicirt, und bestehen aus einer Oberlippe, einem Paare Kiefer, welches gewöhnlich einen Taster trägt, zwei Paar Kinnladen und drei Paar Kaufüßen, von welchen das erste blätterig ist und die alle drei sowol einen Taster als auch gewöhnlich noch außerdem einen geißelförmigen Anhang tragen, welcher in dem Ausführungsgange der Kiemenhöhle verborgen liegt und dort durch seine Bewegung das Ausströmen des Wassers regulirt und befördert. Auf diese Kaufüße folgen die fünf Paar eigentlicher Füße, die gewöhnlich einfach und zum Gehen eingerichtet sind und deren erstes Paar meistens eine Schere trägt, während die übrigen mit einfachen Klauen bewaffnet sind. Die relative Ausbildung dieser Füße wechselt sehr, und es ist unmöglich, eine bestimmte Regel aufzustellen, wonach diese Modificationen sich ausbilden. Der Hinterleib ist stets mächtig entwickelt, meist nach unten gebogen und aus sieben Ringen zusammengesetzt, von welchen die fünf vordern bald blattförmige, bald cylindrische Afterfüße tragen, während der sechste Ring zur Seite ein Paar Blätter trägt, die sich an die Endflosse des letzten Gliedes anlehnen und mit dieser eine fächerförmige Schwimmflosse bilden, die das wesentlichste Bewegungsorgan ist. Die Krebse schlagen den Hinterleib heftig nach unten ein und bewegen sich mit großer Schnelligkeit rückwärts durch das Wasser. Die meisten in der See lebenden Krebse zeigen sehr auffallende Metamorphosen, während unsere Flußkrebse in einer der definitiven ähnlichen Gestalt aus dem Ei schlüpfen.

Die Familie der Panzerkrebse (Loricata) wird von meist großen, breiten, sehr hartschaligen Krebsen mit kurzem, plattem Hinterleibe und glattem Kopfbrustschilde, das nach hinten besonders sehr breit ist, gebildet. Die innern Fühler sind kurz, gewöhnlich am Ende zweifiederig, die äußern bald sehr lang und borstenförmig, bald in eine breite, krustenartige Platte verwandelt. Die Bildung der Füße wechselt, doch hat das erste Paar nur selten eine Schere, und die andern niemals; das fünfte Paar ist oft rudimentär; die Schwanzflosse ist breit, aus fünf Lappen gebildet, von denen die äußern stets, der mittlere häufig fast in seinem ganzen Umfange häutig ist. Die meist großen und schweren Thiere leben an den Küsten in ziemlicher Tiefe und sind, wie die Languste (Palinurus vulgaris, Taf. 28, Fig. 15), ein bedeutender Handelsartikel. Höchst merkwürdig ist die Metamorphose der Langusten. Ihre Larven, früher unter dem Namen Phyllosoma bekannt und den Spaltfüßern (Schizopoda) beigezählt, bestehen aus außerordentlich flachen Krebsthieren mit dünner, durchsichtiger Schale, deren Körper so sehr abgeplattet ist, daß kaum ein Raum für die Eingeweide zwischen der obern und untern Schalenhälfte übrigbleibt. Das Kopfbrustschild ist gewöhnlich breit oder länglich und hängt nur in der Mitte an den Brustringen an, während es sonst nach allen Seiten frei ist und von unten her mit einem zweiten zusammenhängenden Schilde bekleidet erscheint, sodaß man diese Thiere auch die doppeltgepanzerten (Bipeltata) genannt hat. Die Augen sind groß, auf dünnen Stielen getragen, die innern Fühler am Ende gespalten, die äußern bald borstig, bald blattartig. Der Mund liegt weit hinter den Fühlern zurück, und hinter ihm beginnt das Brustschild, an dessen Rande die sieben oder acht Paar Füße sehr weit von der Mittellinie eingelenkt sind. Das erste Fußpaar ist gewöhnlich verkümmert, die andern lang, dünn, gespalten, zum Schwimmen eingerichtet. Die Kaufüße und die falschen Füße des Hinterleibes sind rudimentär, der Hinterleib wenig entwickelt, aber mit einer fünfblätterigen Schwimmflosse versehen.

Die Hummerkrebse (Astacida) (Flußkrebs, Astacus fluviatilis, Taf. 28, Fig. 16) begreifen diejenigen Krebse, welche unserm gewöhnlichen Flußkrebse nahe stehen und sich durch eine harte Schale, eine große ungefurchte Kopfbrust und einen mehr platten Hinterleib auszeichnen. Die beiden Fühlerpaare sind auf derselben Querlinie eingelenkt, die innern zweispaltig, die äußern einfach, bedeutend verlängert und an ihrer Basis mit einer spießförmigen Platte versehen, welche niemals die Größe erreicht wie bei der vorigen Familie. Der Hinterleib ist groß, in seiner ganzen Länge fast gleich breit, nicht zugespitzt; die äußern Blätter der Schwimmflosse durch ein queres Gelenk getheilt; das vorderste Fußpaar ist stets weit größer als die übrigen und immer mit einer bedeutenden Schere bewaffnet. Die Kiemen sind sehr zahlreich und aus cylindrischen Fäden gebildet, während sie bei der vorigen Familie aus horizontalen Blättern zusammengesetzt sind. Die größern, in der See lebenden Arten dieser Familie, wie namentlich die Hummer, bilden bekanntlich einen bedeutenden Handelsartikel mancher Küsten.

Die Familie der Garneelen (Carida) besteht aus meist kleinen Krebsen mit dünner, hornartiger Körperbedeckung, deren Rumpf gewöhnlich von der Seite zusammengedrückt und oben mit einem scharfen Kiele versehen ist, welcher nach vorn in einen langen, oft gezahnten Stachel ausläuft. Die äußern Fühler sind tiefer eingelenkt als die mittlern und mit einem

großen Blattvorsatz versehen, welcher den Stiel des Fühlers nicht nur bedeckt, sondern meist auch überragt. Die Füße sind dünn, lang und ein oder zwei Paare derselben gewöhnlich mit Scheren bewaffnet; der Hinterleib ist lang, vorn dick, nach hinten zugespitzt, gewöhnlich stark gebogen und mit einer sehr großen Schwanzflosse versehen, deren äußere Blätter aus zwei verwachsenen Stücken bestehen. Die Thiere leben alle in der See, meist gesellig an den Küsten, sind gewöhnlich nur klein, dienen aber dennoch allgemein zur Nahrung. Bei einer Art (Peneus) wurde die Nauplius-form als Larve nachgewiesen, während bei andern das entsprechende Stadium im Ei verläuft. Die abgebildete Art ist die größere unter den gewöhnlichen Garneelen (Crevettes), die man verspeist. (Garneele, Palaemon serratus, Taf. 28, Fig. 17.)

Unterordnung der Mundfüßer (Stomapoda).

Keine oder büschelförmige Kiemen an den Bauchfüßen; letzte Kieferfüße und erste Bauchfüße gleich gestaltet.

Wesentlich schwimmende Thiere mit meist langem Körper und kurzem Kopfbrustschilde, von dem gewöhnlich der Augenring vollkommen getrennt ist. Dieser trägt dann die langgestielten, facettirten Augen und die vier Fühler, und zuweilen ist er selbst noch in zwei Ringe gespalten, von denen dann der hintere den Einlenkungspunkt der Fühler gibt. Die Ausdehnung der Kopfbrust ist sehr verschieden, denn bald läßt sie drei oder vier mit eigentlichen Füßen besetzte Ringe unbedeckt, bald überzieht sie alle Brustringe so vollständig, daß die Ansatzpunkte sämmtlicher Füße von oben gedeckt sind, wobei indessen doch die Ringe auf der untern Seite erkenntlich bleiben. Die Bildung der Füße und des Hinterleibes wechselt außerordentlich bei den verschiedenen Familien. Die innern Fühler sind gewöhnlich ziemlich lang, frei und durch mehrere vielgliederige Fäden geendigt, die äußern einfach, an ihrer Basis mit einem großen gefiederten Blatte und am Ende mit einem vielgliedrigen Faden versehen.

Die Familie der Heuschreckenkrebse (Squillida), (Heuschreckenkrebs, Squilla mantis, Taf. 28, Fig. 18) bietet die größten der ganzen Ordnung dar. Der Augenring ist deutlich getrennt, die Augen rundlich oder nierenförmig, kurzgestielt; die innern Fühler lang, mit drei Endborsten versehen, die äußern einfach und an der Basis mit einer ovalen gewimperten Platte besetzt. Das Kopfbrustschild ist klein, länglich und läßt noch wenigstens drei Ringe der Brust unbedeckt, an welchen drei Paare kurzer, cylindrischer, vorn abgeplatteter Füße stehen, die keine Klauen tragen und nur zum Schwimmen bestimmt sind. Der Mund liegt ziemlich weit nach hinten, ist mit Kiefern, zwei Paar Kinnladen und fünf Paar Kieferfüßen bewaffnet, von denen das erste Paar stielförmig und die drei letzten Paare mit einem blasenförmigen Anhange versehen sind und stets auf der Mundöffnung dicht aufliegen. Das zweite Paar dieser Kieferfüße ist außerordentlich groß, stark und zu einem Raubfuße umgestaltet; sein letztes, gewöhnlich mit Stacheln bewaffnetes Klauenglied schlägt sich wie eine Klinge gegen das vorhergehende Glied ein, das zu seiner Aufnahme an der äußern Seite einen vertieften, oft ebenfalls gestachelten Falz besitzt. Der Hinterleib ist lang, sehr stark und kräftig, und das hauptsächlichste Schwimmorgan. Er trägt fünf Paar blattartiger, falscher Füße, an deren Wurzel die gefiederten Kiemen befestigt sind, und ist an seinem hintern Ende mit zwei Paaren seitlicher, langer, gegliederter Platten versehen, welche die Oberfläche der Flosse bedeutend vergrößern. Die räuberischen Thiere finden sich in der Nähe des Strandes, aber meist in ziemlicher Tiefe.

Familie der Spaltfüßer (Schizopoda). Kiemen meist fehlend; Kiefer und Brustfüße gleich gestaltet lang, am Ende gespalten. Keine Raubfüße.

Ordnung der Pfeilschwänzer (Poecilopoda).

Rückenschild quergetheilt; alle Anhänge des Cephalothorax beinartig, die vordern scherenförmig endend; Bauchfüße blattförmig. ungegliederter Stachel am Hinterende.

Der Körper dieser Thiere, die mit zu den größten Krebsen gehören, besteht aus drei Abtheilungen: einem halbmondförmigen Kopfbrustschilde, dessen Convexität nach vorn gerichtet ist, während die zwei Spitzen nach hinten schauen, einem ungleichseitig sechseckigen Bauchschilde, dessen drei vordere Seiten von dem Einschnitte der Kopfbrust umfaßt werden, und einem langen, pfeilförmigen, ungegliederten Schwanzstachel, der an seinem hintern Ende scharf zugespitzt ist. Kopf- und Bauchschild bilden zusammen eine fast rundliche Scheibe, so daß das Ganze der äußern Körpergestalt einem zum Werfen des Federballs bestimmten Schlagnetze nicht unähnlich sieht. Das gewölbte Kopfschild zeigt in der Mitte der Rückenseite eine Leiste, an deren hinterm Ende zwei sehr kleine, erhabene Nebenaugen stehen und zwei Seitenleisten, zu deren Seiten sich zwei halbmondförmigen, gewölbten, zusammengesetzten Augen zeigen, die mithin ganz dieselbe Stellung einnehmen wie die Augen der Trilobiten. Das Bauchschild ist mit dem Kopfschild auf einer queren Linie eingelenkt, die sich zwischen den Leisten erstreckt, an deren Seiten die Augen stehen. Die beiden hintern Seitenränder des Bauchschildes sind mit gefiederten und beweglichen Stacheln besetzt; der in der Mitte eingelenkte Schwanzstachel ist nach allen Seiten hin beweglich. Betrachtet man das Thier von der untern Seite, so sieht man in der Mitte des Kopfbrustschildes den einfachen Mund, an dessen Rand unmittelbar die mit Scheren bewaffneten Gehfüße eingelenkt sind. Ueber dem Munde stehen in der Mittellinie, mit der Basis einander genähert, zwei Fühler, die nur klein und zweigliedrig sind und deren Endglied eine Schere trägt. Hierauf folgen die fünf eigentlichen Fußpaare, die einen höchst eigenthümlichen Bau zeigen; sie bestehen nämlich aus sechs Gliedern, von denen das erste groß, breit und auf seiner innern Fläche mit einem festen Hornblatte versehen ist, das starke Stacheln trägt und beim Kauen gegen dasjenige der andern Seite wirken kann. Die übrigen Glieder sind cylindrisch und enden in eine dünne, schwache Schere. Der fünfte Fuß hat ein sehr großes Basalglied, welches nach innen zu ebenfalls eine stark gezähnte Platte, eine wahre Kinnlade trägt, nach außen hin aber mit einem geiselförmigen Anhange besetzt ist. Diese fünf Fußpaare stellen den nach den vollendetsten Typus von Kaufüßen dar, indem sie wirklich durch ihre Endglieder die einzigen Bewegungsorgane sind, während ihre Anfangsglieder die einzigen Werkzeuge bieten, deren sich das Thier zum Kauen und Zerkleinern der Beute bedienen kann.

Die untere Fläche des Bauchschildes trägt eine andere Art von Anhängen, welche den Kiemenfüßen der Blattfüßer analog gebaut sind. Es bestehen diese falschen Füße aus sechs schildförmigen Plattenpaaren, von welchen das erste die andern deckelförmig überragt und keine Kieme trägt, während die fünf hintern Paare auf ihrer Hinterfläche mit einer großen Anzahl von Kiemenlamellen besetzt sind, die eine quere

Stellung haben. Unmittelbar hinter diesen Kiemenfüßen liegt an der Basis des stachelförmigen Schwanzes, der durchaus keine Eingeweide birgt, der After.

Die Anatomie und Entwickelungsgeschichte dieser Thiere bieten so viel Eigenthümliches dar, daß manche neuere Forscher geneigt sind, sie als eine besondere Klasse der Gliederthiere zu betrachten. Es gibt nur eine Gattung mit mehrern Arten; die abgebildete an den nordamerikanischen Küsten, die andern an den Molukken, daher der Name Molukkenkrebs Limulus polyphemus, Taf. 28, Fig. 27).

Ordnung der Trilobiten (Trilobita).

Eine gänzlich ausgestorbene Ordnung von Krustern, welche in den ältesten Schichten der Erde massenhaft vorkommt und bis zur Kohlenzeit sich erhält, nachher aber durch andere Typen ersetzt wird. Wir haben eine Art abgebildet, um die Form dieser merkwürdigen Thiere zu zeigen, von welchen offenbar ein großer Theil der jetzt lebenden Krebsthiere indirect abstammt. Die abgebildete Art findet sich in den untersilurischen Schichten Böhmens. (Trilobit, Sao hirsuta, Taf. 28, Fig. 28.)

Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda).

Zwei Fühlerpaare, häufig umgewandelt; ein Cephalothorax; Hinterleib sehr entwickelt, mit blattförmigen Anhängen an den meisten Füßen.

Der Körper dieser Thiere ist bald vollkommen nackt, bald von einem breiten einfachen Schilde, bald auch von einer dünnen zweiklappigen Schale umgeben; der Kopf gewöhnlich frei, mit zwei großen, zusammengesetzten Augen, zuweilen auch noch mit einem mittlern, unpaaren, einfachen Auge und zwei Fühlerpaaren versehen, die oft seltsame Umgestaltungen erleiden; der Mund ist stets mit Kiefern oder Kinnladen bewaffnet; hinter ihm stehen die Füße, welche vielfache Reihen gezähnelter oder behaarter Platten darstellen, die während des Lebens in beständiger Bewegung sind. Der Hinterleib ist stets frei, mehrgliederig, gewöhnlich mit langen, fadenförmigen Anhängen versehen; die Schilder und Schalen, welche bei den gepanzerten Arten den Körper decken, sind sehr dünn, durchsichtig und hornartig.

Die Familie der Blattkrebse (Apusida) trägt eine ungemein große Anzahl von Kiemenfüßen, welche fast den ganzen untern Raum des Schildes ausfüllen, das bald ein großes, einfaches Kopfbrustschild, bald eine zweiklappige Schale bildet, die dann nur mit einem geringen Punkte des Rückens zusammenhängt. Bei den gewöhnlichen Blattkrebsen ist der Körper so mit dem Schilde verwachsen, daß nur die Augen auf der obern Fläche hervorstehen. Mundwerkzeuge und Fühler muß man auf der untern Fläche suchen. Die Mundwerkzeuge bestehen aus einer sehr großen, viereckigen Oberlippe, neben welcher die kurzen, dreigliederigen Fühler stehen, aus einem Paar starker, dicker, gezähnelter Kiefer und zwei Paar blätteriger Kinnladen; der Hinterleib ist frei und trägt gewöhnlich ziemlich lange, fadenförmige Anhänge. Die Thiere dieser Familie (Kiefenfuß, Apus cancriformis, Taf. 28, Fig. 29) erscheinen zuweilen plötzlich in süßen Gewässern und Pfützen und verschwinden wieder beim Eintrocknen derselben, indem sie sich mit ihren Larven in den feuchten Schlamm des Bodens eingraben.

Die Familie der Kiemenfüße (Branchipida) wird von einigen wenigen, langgestreckten Gattungen gebildet, deren Körper vollkommen frei und in eine bedeutende Anzahl von Ringen zerfällt ist. Die Augen sind gestielt, die vordern Fühlhörner oft zu hakenförmigen Organen beim Männchen umgewandelt, während die hintern fadenförmig sind. Es finden sich stets elf Paar blattförmiger Kiemenfüße, und bei den Weibchen hinter denselben die eigenthümlichen Eiersäcke, die mit starken Muskeln versehen sind, durch deren Zusammenziehung die Eier beständig hin- und hergeworfen werden. Die Thiere schwimmen wie die der vorigen Familie auf dem Rücken, den Bauch nach oben gekehrt, und finden sich sowol in Pfützen als auch in salzigen Wässern, namentlich in den Salzsolen, selbst bei einem bedeutenden Grade ihrer Concentration.

Die Familie der Wasserflöhe (Cladocera). (Wasserfloh, Daphnia pulex, Taf. 28, Fig. 30) hängt nur mit einem geringen Theile des Rückens mit ihren Schalen zusammen, sodaß Kopf und Leib ziemlich frei sind. Der Kopf trägt ein rundes bewegliches, in einem freien Raum gelegenes, zusammengesetztes Auge, einen schnabelförmigen Mund und zwei Paar Fühlhörner. Die vordern Fühlhörner sind sehr klein, stets unter der Schale geborgen, die hintern dagegen sehr groß, ästig, mit langen Büscheln besetzt und fast das einzige Bewegungsorgan. Der Mund zeigt eine große Oberlippe, starke, hakenförmige Kiefer, horizontale, mit hakenförmigen Dornen besetzte Kinnladen. Die vier vordern Fußpaare sind breit, abgeplattet, mit langen Haaren besetzt und dienen nur als Strudelorgane; das fünfte Paar trägt einen geiselförmigen Fortsatz, der nach oben gerichtet ist und die Eier in der Bruthöhle umfaßt. Der Hinterleib ist kurz, endigt in zwei nach unten gerichteten Haken und trägt auf der Rückenfläche mehrere nach oben gerichtete Warzen, die durch ihre Anlagerung an die Schale einen bedeutenden Raum zwischen dieser und dem Hinterleibe abschließen, der als Bruthöhle dient. Während des Sommers werden in dieser Höhle die Eier nur wenige Tage hindurch ausgebrütet, gegen den Herbst hin aber bildet sich in der Bruthöhle ein eigenthümlicher sattelförmiger Apparat von dunkler Farbe, welcher wesentlich aus zwei Klappen besteht, die in ihrem Innern besondere Kapseln enthalten; man hat diesen Apparat das Ephippium genannt. Jede der beiden Kapseln dieses Apparats enthält ein oder mehrere Eier, die bei der letzten Häutung vor dem Herbste mit Kapseln und Klappen aus der Bruthöhle ausgestoßen werden. Die Thiere gehen den Winter über zu Grunde; die in den beschriebenen zweiklappigen Kapseln gelegten Eier aber harren den Winter hindurch aus und entwickeln sich im nächsten Frühjahre.

Ordnung der Muschelkrebse (Ostracoda).

Eine zweiklappige, vollkommen schließende Schale mit Schließmuskel und Andeutung eines Schlosses.

Die Familie der Muschelkrebse [illegible]. Muschelkrebs, Cypris [illegible], zwei Paar Fühler, [illegible] borstenförmig, nach [illegible] kniefömig gebogen [illegible] sind, sodaß sie [illegible] organ dienen. [illegible] und Stacheln [illegible] hervor. [illegible] zwischen [illegible] Ober- [illegible] Kinnladen. [illegible] finden [illegible]

Borsten besetzt und an den Seiten in die Höhe geschlagen sind; sie wurden vorzugsweise als Kiemen betrachtet, sind aber offenbar nur Strudelorgane. Unter dem Leibe findet man zwei Paar Füße; die hintern sind nach unten gekrümmt, mit einem Haken bewaffnet, die vordern gabelförmig in die Höhe geschlagen, zur Stütze des dort liegenden Eierstocks. Der Hinterleib endigt in zwei spitze, schwanzartige Stacheln, die nebst dem vordern Fußpaare und den beiden Fühlerpaaren die einzigen Organe sind, welche aus der Schale hervortreten. Die Eier werden in einem eigenen Raume zwischen Schale und Hinterleib gesammelt, aber sehr bald an Wasserpflanzen gelegt. Die im Meere lebenden Gattungen tragen zwei seitliche Augen fast mitten auf dem Rücken, nahe der Mittellinie, die im Süßwasser wohnenden ein aus zwei Hälften zusammengesetztes, vorn am Kopfe gelegenes Auge. Sie finden sich zu Millionen in allen Wassertümpeln.

Ordnung der Krebsflöhe (Copepoda).

Cephalothorax entwickelt; Bauchfüße zweiästig, mit langen Borsten zum Schwimmen besetzt; kauende Mundtheile.

Der **Leib** dieser Thiere zeigt gewöhnlich drei deutliche Abtheilungen, eine vordere Kopfbrust, welche die Fühler, Augen und Kaufüße trägt, einen gewöhnlich viergliederigen Leib, mit vier Paaren von Schwimmfüßen ausgerüstet, und einen gegliederten Hinterleib, an dem Ende mit Schwimmborsten versehen und an seiner Basis die Eiersäcke tragend. Das vordere **Fühlerpaar** ist meist lang, borstenförmig, das hintere kleiner, zuweilen rudimentär oder zu einem Schwimmfuße umgewandelt. Die **Mundorgane** sind zum Kauen eingerichtet und tragen ein Paar hakiger Kiefer und ein oder zwei Paar blattförmiger, mit Borsten versehener Kinnladen. Die Kaufüße, deren zwei oder drei Paare vorhanden sind, scheinen stets mit langen Borsten besetzt und dienen als Strudelorgane, welche durch ihre beständige Bewegung der Unterseite des Körpers frisches Wasser zuführen; die **Schwimmfüße** sind stets kurz, zweiästig und mit langen Borsten besetzt. Die **Sinnesorgane** sind durch ein einfaches, aus mehrern gehäuften Krystallkegeln zusammengesetztes bewegliches Auge, oder durch zwei einfache, nahe zusammenstehende Augen repräsentirt. Der **Darmkanal** ist vollkommen gerade, in seinem Verlaufe durchaus gleich weit; das **Herz** dünn, schlauchförmig, nur vorn und hinten geöffnet; besondere **Athemorgane** sind durchaus unbekannt; wie es scheint, versieht die gesammte Haut des Körpers diese Function. Die Eier werden bis zum Ausschlüpfen der Jungen in langen Säcken am Hinterleibe vom Weibchen herumgetragen. (**Krebsfloh**, Cyclops viridis, Taf. 28, Fig. 32.)

Die aus dem Ei ausschlüpfenden Jungen haben, wie diejenigen der Schalenflöhe, der Blattfüßer und der folgenden Schmarotzerkrebse und Rankenfüßer, die gewöhnliche Naupliusform. Die außerordentliche Zahl dieser Thierchen im süßen wie salzigen Wasser hat zur Aufstellung einer ziemlichen Anzahl von Familien genöthigt, die wir übergehen.

Ordnung der Schmarotzerkrebse (Siphonostoma).

Mehr oder minder durch Parasitismus umgewandelte Krebsflöhe, deren Jugendform sie haben, mit saugenden Mundtheilen.

Der **Körper** dieser Thiere zeigt die seltsamsten Gestalten und außerordentlich vielfache Zwischenstufen von einer wurmförmigen, veränderlichen, weichen Körpergestalt bis zu einer ziemlich festen Consistenz und einer durchgreifenden Ringelung des ganzen Leibes, an der sich dann bald zwei Haupttheile, Kopfbrust und Hinterleib, oder sogar drei unterscheiden lassen, indem die Kopfbrust sich mehr oder minder vollständig theilt. In keiner Ordnung lassen sich, so wie hier, die Degradationen der Fühler, der Augen und der Bewegungswerkzeuge in solch ausgedehntem Maße und in der Art nachweisen, daß die Entwickelung derselben stets mit der mehr oder minder parasitischen Natur in Verbindung steht. Bei denjenigen Gattungen, die sich nur zeitlich fixiren, im übrigen aber sich ziemlich freie Bewegungen erfreuen, findet man wohlausgebildete Schwimmfüße mit langen Borsten und außerdem noch Saugnäpfe oder Klammerfüße zum Anheften. Bei andern finden sich nur noch wenig bewegliche Klammerfüße, die zuweilen selbst von beiden Seiten her zu einem Ringe zusammenwachsen, der in das Fleisch des Wohnthiers eingesenkt ist. Bei denjenigen Gattungen, die am meisten zurückgesunken sind, sieht man selbst gar keine gegliederten Anhänge mehr, und statt aller Bewegungswerkzeuge nur einige auf Warzen stehende Haken oder weiche Fortsätze am Kopfende, mittelst deren die unförmlichen Wesen in die Substanz ihres Wohnthiers eingegraben sind. **Fühler** kommen noch bei den meisten dieser Schmarotzer vor; gewöhnlich sind sie nur kurz, borstenförmig, zuweilen auch zusammengedrückt und ziemlich platt; Augen fehlen den meisten und kommen nur bei den höher stehenden Thieren in Form zweier seitlichen, der Mittellinie ziemlich nahegerückten gehäuften Augen vor.

Die **Mundwerkzeuge** sind bei allen diesen Thieren nach einem gemeinschaftlichen Plane gebaut, sie unterscheiden sich von denen aller andern Krustenthiere dadurch, daß sie nicht zum Kauen, sondern zum Saugen geeignet sind; sie bestehen aus einem meist kurzen, kegelförmigen Saugrüssel, der eine Röhre darstellt, welche aus der Verwachsung der Ober- und Unterlippe hervorgegangen ist. In dieser Röhre, die zuweilen ziemlich lang ist und dann wie ein Fernrohr ein- und ausgeschoben werden kann, spielen gewöhnlich zwei spitze Stücke, welche zum Anstechen der Wohnthiere dienen und offenbar die umgewandelten Kiefer sind. Die eigentlichen Kieferfüße sind meist zu Klammerfüßen und sonderbaren Körperanhängen umgewandelt, womit sie sich auf den Fischen, auf welchen sie gewöhnlich schmarotzen, festsetzen.

Sämmtliche Schmarotzerkrebse haben deutlich geschiedene **Geschlechter**, und meistens ist sogar die Verschiedenheit der Männchen und Weibchen außerordentlich groß. Die Männchen sind gewöhnlich verhältnißmäßig sehr klein und hängen, wie Schmarotzerthiere, während ihres ganzen Lebens an der Geschlechtsöffnung ihrer riesenhaften Weibchen fest.

Man hat eine große Anzahl von Familien aufgestellt, auf die wir nicht weiter eingehen. Um indessen einigermaßen die Degradation innerhalb dieser Ordnung vor Augen zu führen, bilden wir die schnell schwimmende Art **Karpfenlaus**, (Argulus foliaceus, Taf. 29, Fig. 1) ab, welche auf unsern Karpfen und Weißfischen schmarotzt, aber noch ausgebildete Schwimmfüße besitzt außer den großen vordern Saugnäpfen, womit sie sich festhält; ferner die **Barschlaus** (Achtheres percarum, Fig. 2), bei welcher ein Fußpaar zu einem Klammerbogen umgewandelt ist, womit sie an den Kiemen der Barsche im Gewebe selbst festsitzt, und endlich den **Lachswurm**, (Lernaea branchialis, Fig. 3) der sich in den Kiemen des Stockfisches, seines Wirthes, einbohrt, mit Ausnahme von einigen Klammerhaken alle Gliedmaßen

verloren und eine vollkommen wurmförmige Gestalt bekommen hat.

Ordnung der Rankenfüßer (Cirrhipedia).

Festsitzende, hermaphroditische Krustenthiere ohne Fühler und mit zu Ranken umgewandelten Füßen.

Die Thiere, welche dieser höchst abnormen Ordnung angehören, sitzen im erwachsenen Alter stets am Boden, zuweilen schmarotzend auch auf der Haut großer Seethiere fest und sind in ein aus mehrern Stücken bestehendes Gehäuse eingeschlossen, das sie beim Zurückziehen vollständig verschließen können und das meistens ein kalkiges Gefüge hat. Dieses Gehäuse sitzt bald unmittelbar, bald mittels eines beweglichen Stiels fest und enthält das Thier in solcher Lage, daß es mit dem gewölbten Theile des Rückens oder eigentlich der Kopfbrust nach unten gegen die Basis des Gehäuses gewendet ist und der Mund ganz in der Tiefe desselben verborgen liegt. Die Schale selbst ist verschieden gestaltet, weshalb wir sie erst bei den einzelnen Familien betrachten werden. Auf ihrer Innenfläche wird sie von einem Mantelsacke ausgekleidet, der stark muskulös ist und auf der untern Seite einen Schlitz zeigt, aus welchem die eigenthümlichen rankenartigen Fußpaare und der röhrenförmige Hinterleib hervortreten. Die Grundlage des Mantels wird aus Chitinblättern gebildet und die ganze Oberhaut nebst der den Körper und die Ranken überziehenden Haut ganz in ähnlicher Weise gewechselt, wie auch die Krebse von Zeit zu Zeit ihren Schalenpanzer abwerfen, während die Schale selbst niemals der Häutung unterworfen ist und mithin ein Gebilde darstellt, welches auch durch diese Eigenthümlichkeit sich außerhalb des gemeinsamen Organisationsplans der Krustenthiere stellt. Die Bewegungsorgane bestehen aus sechs Paaren äußerst vielgliederiger, mit Borsten besetzter Anhänge, deren sich jeder alsbald in zwei Ranken spaltet, sodaß auf jeder Seite des Körpers zwölf solche gegliederte Ranken durch die Mantelspalte hervortreten können. Die dem Munde zunächst liegenden Ranken sind die kleinern und dienen als Tastorgane; die weiter entfernten größern werden hauptsächlich zum Ergreifen der Beute und zur Erzeugung eines Strudels benutzt, der frisches Wasser in die Mantelhöhle führt. Ein eigentlicher Kopf fehlt durchaus; der Mund liegt in der Tiefe des Mantelschlitzes und zeigt ein Paar seitlicher kurzer Kiefer, die auf ihrer Innenfläche gezähnelt sind und zum Kauen ineinandergreifen. Außer diesen Kauwerkzeugen bemerkt man keine Spur von Organen irgendwelcher Art an dem Kopfe oder an dem meist rundlichen, beutelförmigen Vorderkörper, der in der Tiefe des Mantelsacks verborgen ist. Fühler, Augen u. s. w. fehlen gänzlich. Die gegliederte Röhre, welche zwischen dem äußersten Paare der Rankenfüße als Fortsetzung des Körpers sich zeigt, läßt an ihrem Anfangspunkte den After und an ihrer Spitze die Oeffnung des Samenleiters gewahren.

Fast alle Rankenfüßer sind Zwitter, in der Weise, daß vollständig ausgebildete männliche und weibliche Organe sich auf denselben Individuen ausgebildet finden. Die Eierstöcke liegen stets zwischen dem Körper und dem Mantel, und zwar bei den gestielten Gattungen in der Höhle des Fußes selbst, bei den ungestielten zwischen den Lamellen des Mantels als einzelne Blindschläuche.

Die jungen Embryonen verlassen das Ei und die Mantelhöhle der Mutter in einer Gestalt, welche derjenigen der jungen Krebsflöhe so sehr ähnelt, daß kaum ein Unterschied wahrzunehmen ist. Der Körper dieser jungen Thierchen ist birnförmig, nach hinten zugespitzt und trägt in der Nähe des Stirnrandes ein einziges, wohlcharakterisirtes Auge, das später gänzlich verschwindet. Auf der Unterfläche des Körpers sieht man drei Paar gegliederter Anhänge, von welchen die ersten, die Fühler, einfach, die beiden andern gegen das Ende hin doppelt getheilt sind. Die schildförmige Haut, welche den Körper deckt, geht nach hinten in zwei seitliche, am Leibe liegende Hornfortsätze aus, die sich nach und nach ablösen und in rechtem Winkel abstehen, während zugleich auch der schwanzförmige Anhang sich theilt und die gegliederten Anhänge nach und nach längere Schwimmhaare entwickeln, sodaß das Junge nun sehr geschickt in dem Wasser umherschwimmt. Später zeigen die Thierchen eine zweiklappige Schale und eine Gestalt ähnlich derjenigen der Muschelkrebse, und erst nachdem sie diese Stadien durchlaufen haben, setzen sie sich mittels der Antennen fest und nehmen die definitive Gestalt an. Wir bilden, mit Uebergehung der schmarotzenden Wurzelkrebse (Rhizocephala) und der in Muscheln sich einbohrenden Bauchkrebse (Abdominalia), die zwei Hauptformen der Rankenfüßer ab: die Entenmuschel (Lepas anatifera) mit zweiklappiger, aus mehrern Stücken zusammengesetzter Schale, die auf langem Stiele steht (Taf. 29, Fig. 4), und die Seepocke (Balanus tintinnabulum, Fig. 5), die auf Felsen sitzt und eine becherförmige, aus sechs Hauptstücken bestehende Schale hat.

Kreis der Weichthiere.

(Mollusca.)

Ursprünglich symmetrische Thiere, deren Symmetrie aber oft im weitern Auswachsen sich verwischt, ohne inneres oder äußeres Skelet, ohne gegliederte Gliedmaßen, mit fleischigem, aus dem allgemeinen Hautmuskelschlauche differenzirtem Bewegungsorgane, (Fuß), von einer mehr oder minder großen Hautduplikatur (Mantel) eingehüllt, welche meist eine stets aus kohlensaurem Kalk bestehende Schale absondert. Ausnahmslos findet sich Wimperbewegung, entweder über den ganzen Körper verbreitet, oder nur an einzelnen Oberflächen entwickelt.

Die eigentlichen Weichthiere, aus den Kraken, Schnecken und Muscheln gebildet, lassen sich leicht durch gemeinsame Organisationszüge charakterisiren, während die ihnen nur provisorisch angeschlossenen Klassen der Armfüßler, Mantelthiere und Moosthiere eine sehr abweichende Organisation erkennen lassen.

Die symmetrische Anlagerung der Organe ist bedeutend zurückgedrängt, namentlich häufig im erwachsenen Zustande. Bei vielen Weichthieren zwar erscheinen die äußern Anhänge des Körpers, die Bewegungsorgane, die Tastwerkzeuge u. s. w. symmetrisch geordnet, allein diese Anordnung ist weit entfernt, im übrigen Körperbau durchzugreifen, und man findet deshalb meist die innern Organe, besonders die Verdauungs- und Geschlechtswerkzeuge, in höchst unsymmetrischer Lagerung. Bei einer ganzen Klasse, den Bauchfüßlern, zeigt sich die Tendenz, die Organe deren Seiten die Organe vertheilt sind, in

zurollen und so die Gestalt der Schneckenschalen herzustellen. Das Nervensystem besteht aus zerstreuten Knoten, welche durch Fäden miteinander verbunden sind und ziemlich unregelmäßig im Körper zerstreut umherliegen. Es bildet aber ein Theil dieser Knoten mit ihren Verbindungsfäden stets einen mehr oder minder weit ausgedehnten Ring um den Schlund, und bei den höhern Gattungen läßt sich auch eine bedeutendere Centralisation zu förmlichen Hirnknoten über dem Schlunde wahrnehmen, welche denn auch die höhern Sinnesorgane, Tastwerkzeuge u. s. w. mit Nerven versorgen. Die untere Hauptgruppe der Ganglien liegt stets in der Nähe des Fußes, also des Hauptbewegungsorgans. Außerdem finden sich noch Mantelganglien, Eingeweideganglien u. s. w. je nach der Ausbildung besonderer Organe. Sinnesorgane sind immer vorhanden. Besondere Tastorgane sind meist weniger entwickelt als bei den Würmern, indem die ganze weiche Körperoberfläche gegen äußere Eindrücke ganz besonders empfindlich ist; doch finden sich bald Lippen, bald eigene um den Mund gestellte Lappen, Haare oder Arme, bald einziehbare Fühler, welche besonders zu dem Zwecke des Tastens vorhanden sind. Die Sehwerkzeuge sind nicht überall vorhanden, und bei vielen findet sich nur ein einziges, ziemlich rudimentäres Augenpaar, während andere eine große Menge unvollständiger Augen besitzen, die nicht einmal in der Nähe des Kopfendes liegen. In den höhern Klassen freilich, wo stets nur ein Paar Augen vorhanden ist, die an dem Kopfe angebracht sind, erscheinen diese auch in bedeutendem Grade ausgebildet, bei den höchsten in nicht minderm Maße als bei den Wirbelthieren. Wir begegnen bei den Weichthieren fast in allgemeiner Verbreitung unverkennbaren Gehörorganen, runden Bläschen, welche meistens dem Gehirnknoten unmittelbar aufsitzen oder doch nur einen kurzen, aber ziemlich bedeutenden Gehörnerven zeigen. Im Innern dieser fast stets kugeligen Bläschen findet sich eine klare Flüssigkeit und eine feste Concretion von kohlensaurem Kalk, die bald nur einen runden, bald mehrere krystallinische Hörsteinchen bildet. Es scheint, als würden diese Hörsteinchen durch Flimmerhaare, welche die innere Fläche des Bläschens auskleiden, in stets zitternder Bewegung erhalten.

Die Haut der Weichthiere ist mehr oder minder derb, lederartig und meist mit einem schleimigen, schlüpfrigen Ueberzuge versehen; bei den wenigsten nur ist sie glashell und durchsichtig, bei den meisten finden sich außerdem festere Schutzgebilde, mehr oder minder entwickelte Schalen, vor. Es sind diese Schalen nach äußerst verschiedenen Typen entwickelt, hier in Form von oft sonderbar gestalteten Zellen mit oder ohne Deckel, dort in Gestalt einer Büchse oder einer bald mehr geraden, bald mehr gewundenen Röhre; in andern Fällen wieder als seitliche Klappen, welche wie die Pappdeckel eines Buchs den Leib des Thiers einschließen. Die Anordnung dieser Schalen und ihrer einzelnen Theile, ihr Verhältniß zu dem übrigen Körper, ihre Verzierungen u. s. w. bilden in den Klassen der Weichthiere die wichtigsten Anhaltspunkte für die Unterscheidung der Gattungen und Arten. Das Weichthier, welches in diesen Schalen steckt oder auch frei ist, wird meistens lax von seiner äußern Haut umhüllt, die fast immer eine doppelte Falte bildet und so eine Art Mantel darstellt, welcher um den Körper des Thiers geworfen ist. Oft erscheint dieser Mantel sackartig, mit nur einigen Oeffnungen für Verdauungs-, Bewegungs- und Athemorgane; in andern Fällen bildet er nur eine Kapuze, unter welche sich ein Theil des Körpers zurückziehen kann; bei vielen entspricht er der Ausbildung der Schalen insoweit, daß er zwei Blätter bildet, welche den Körper von beiden Seiten her umfassen, und nur bei denjenigen, welche keine Schale besitzen, ist er oft so rückgebildet, daß er sich kaum unterscheiden läßt.

Viele Weichthiere sitzen während der ganzen Zeit ihres Lebens mit Ausnahme ihres Larvenzustandes am Boden fest und können deshalb keine andere Bewegung bethätigen als Zusammenziehungen ihres Körpers und Ausdehnungen der Fangorgane, welche sie etwa besitzen. Viele kriechen mittels eines besondern Organs, das aus muskulösen Fasern gewebt und auf der Bauchfläche angebracht ist. Die Fleischmasse, welche man Fuß nennt, hat die verschiedensten Gestalten, ist aber niemals weder geringelt, noch zeigt sie solche Unterstützungen von Borsten und Haken, wie sie bei vielen Würmern vorkommen. Viele Weichthiere schwimmen; die einen nehmen zu diesem Ende Wasser in die Athemhöhle ein, und indem sie es durch eine lebhafte Zusammenziehung ihres Körpers wieder austreiben, werden sie durch den Rückstoß fortgetrieben; andere haben eigenthümliche Schwimmorgane, die aus Umwandlungen des Fußes hervorgegangen sind; die Kraken besitzen mit Saugnäpfen oder Haken besetzte Arme, mit welchen sie kriechen und sich anklammern können.

Bemerkenswerth ist besonders den Gliederthieren gegenüber die Rolle, welche die Wimperbewegungen im Leben der Weichthiere besitzen. Bei den festsitzenden besorgen die fast über den ganzen Körper verbreiteten Wimpern ausschließlich die Herbeischaffung der Nahrung, des Athemwassers und die Fortschaffung der Absonderung, und erst in der höchsten Klasse geben diese Functionen auf selbständig differenzirte Organe über.

Die Organe des vegetativen Lebens sind äußerst mannichfaltig ausgebildet. Von einer einfachen Höhle an, welche nach hinten zu gegen einen After sich öffnet, bis zu einem äußerst complicirten Verdauungssystem mit wohlbewaffnetem Munde und Schlunde und mit vielfachen Abtheilungen des langen Darms, finden sich alle Zwischenstufen in der langen Reihe der Weichthiere ausgebildet, die wir bei den einzelnen Klassen betrachten werden. Besonders bemerkenswerth ist indeß in der Klasse der Weichthiere die bedeutende Entfaltung der Drüsengebilde und besonders der Leber, welche bei manchen Klassen den größten Theil der Eingeweide ausmacht, während sie bei den Würmern nur eine unbedeutende Schicht der Darmwandungen darstellte. Ein After kommt übrigens bei allen Weichthieren vor. Der Darmkanal besitzt stets eigene Wandungen, und überall ist eine besondere Leibeshöhle hergestellt.

Der Kreislauf des Blutes ist fast bei allen Weichthieren auf einer hohen Stufe der Ausbildung, so zwar, daß ein oft in mehrere Kammern getheiltes Herz, mit ab- und zuführenden Gefäßen, oder selbst mehrere, besondere Herzen vorhanden sind. Die Blutbahnen sind aber niemals, wie bei den Wirbelthieren, ganz geschlossen, sondern stets mit einem System von Hohlräumen (Lacunen) in Verbindung, die bald mehr bald minder ausgedehnt sind, was besonders von der Organisation der Athmung abhängt. Mit dieser so verschiedenen Ausbildung des Kreislaufs geht auch diejenige der Athemorgane Hand in Hand. Bei den niedersten Typen kommen keine speciell für diesen Zweck bestimmten Organe vor; bei den höhern erscheinen sie als Kiemen oder selbst als Lungen, die nur zum Einathmen der reinen atmosphärischen Luft bestimmt sind. Die stets lebhaft flimmernden Kiemen

reten in der mannichfaltigsten Form als seitliche Blät-
er mit Fächern und Schlitzen, als baumartig verästelte
Anhänge auf und stehen stets in nächster Beziehung zu
em Blute, dessen ganze Masse meist durch die Ge-
äßnetze dieser Athemorgane circulirt. Die Lungen
ilden einen einfachen beutelartigen Sack, auf dessen
nnerer Fläche die Gefäße verzweigt sind.

Die Fortpflanzung geschieht nur auf geschlecht-
chem Wege; Sprossung und Knospenzeugung sind nicht
ekannt. Die meisten Weichthiere sind getrennten Ge-
blechts; die meisten Schnecken Zwitter in der Art,
aß männliche und weibliche Geschlechtstheile vollstän-
ig bei einem Individuum vorhanden sind. Bei zwei
lassen findet totale Dottertheilung, bei einer partielle
att. Die meisten durchgehen mehr oder minder auf-
allende Larvenzustände.

Die meisten Weichthiere leben im Wasser, die nie-
ern Klassen fast ausschließlich im Meere, und nur die
lasse der Schnecken besitzt einige Gattungen, welche
as feste Land bewohnen. Aber auch diese Landbewohner
edürfen in gleicher Weise wie die Erdwürmer stets eines
uchten Aufenthalts und gehen bei vollkommener Trocken-
eit zu Grunde. Sie halten sich deshalb vorzugsweise an
umpfen, morastigen Orten unter Steinen und Kräu-
rn auf. Die kriechenden Gattungen, welche das
eer oder das süße Wasser bewohnen, lieben beson-
ers die Unterfläche von Steinen und Wasserpflanzen,
iele bohren sich auch in den Sand oder Schlamm ein,
selbst Holz und Kalksteine werden vorzugsweise von
ewissen Gattungen angefressen und durchlöchert. Die
gentlichen Schwimmer bewohnen alle das Meer und
ad oft weit hinaus in offener See anzutreffen.

Man kennt nur ein einziges Beispiel von innerm
chmarotzerthum.

Klasse der Kopffüßler oder Kraken (Cephalopoda.)

(Tafel 30, Figur 23 bis 30.)

Weichthiere mit wohlgesondertem Kopf, n Kreise um den Mund gestellten Fangar-
en, großen, wohlorganisirten Augen, mit eutelförmigem, die Kiemen einschließendem
antel und aus der Umwandlung des Fußes ervorgegangenem Trichter über der Kiemen-
alte. Geschlechter getrennt; Dotter beim mbryo kopfständig.

Die Kopffüßler tragen ihren Namen von der eigen-
ümlichen Anordnung ihrer verschiedenen Körpertheile.
m wesentlichen bestehen sie aus einem großen, meist
uglichen oder rundlichen Eingeweidesacke, auf welchen
ch einer mehr oder minder deutlichen Einschnürung
r Kopf folgt, der mit gewaltigen, im Kreise gestell-
n Armen umgeben ist, die eine Art Trichter bilden
ab in deren Grunde der Mund sich befindet. Der
ib selbst ist von einem beutelförmigen Mantel um-
hlossen, der nur auf der Bauchseite nach vorn ge-
fnet ist und hier die Zugänge zu der Kiemenhöhle
igt. Zwischen und vor diesen Oeffnungen sieht man
ne trichterförmige Röhre, durch welche das Wasser,
elches zur Athmung gedient hat, ausgeworfen wird.
ur Seite des Kopfes stehen zwei große, meist vorge-
ollene Augen, deren Structur hinsichtlich ihrer Com-
ication in keiner Weise derjenigen der höhern Thiere
achstehen dürfte. Die Arme selbst, welche um den
Mund stehen, sind muskulöse Fortsätze, die sowol zur
rtsbewegung als auch zum Fangen der Beute die-
en und häufig mit Saugnäpfen oder Haken besetzt
nd. Mittels dieser Arme kriechen die Cephalopoden
eils in umgekehrter Stellung umher, theils bedienen
e sich derselben zur Unterstützung des Schwimmens,
welches vorzugsweise durch die Athembewegung voll-
bracht wird. Nur wenige der jetzt lebenden Kopffüß-
ler haben eine Schale, die indeß höchst eigenthümlich
gebildet ist. Viele besitzen einen innern, in der Rücken-
wand des Mantels gelegenen Knochen, der oft ver-
steinert erhalten wurde, und keine entbehren aller festern
Theile, da bei allen ein solider, meist aus mehrern
Stücken zusammengesetzter Kopfknorpel existirt, in wel-
chem das Gehirn eingeschlossen ist.

Die Haut der Kopffüßler ist meistens derb, leder-
artig und mit einer zarten Oberhaut versehen, welche
nirgends Wimperhaare trägt. In dieser Haut sind
eigenthümliche Zellen eingeschlossen, welche eine sehr
dehnbare elastische Haut haben und während des Le-
bens durch in der Haut gelegene Fasern abwechselnd
ausgedehnt und zusammengezogen werden. Diese Zel-
len (Chromatophoren genannt) sind mit blauen, vio-
letten, rothen, gelben oder braunen Farbstoffen ge-
füllt, die bei der Ausdehnung der Zelle sehr verdünnt
und über einen großen Raum ausgebreitet erscheinen
und deshalb fast verschwinden, während sie bei der Zu-
sammenziehung der Zelle durch ihre Anhäufung ihre
Tinte intensiv vortreten lassen. Jede solche Zelle ent-
hält nur einen Farbstoff; die Zellen verschiedener
Farben liegen aber regellos nebeneinander, sodaß bei
den abwechselnden Zusammenziehungen und Ausdeh-
nungen an einem bestimmten Punkte bald diese, bald
jene Farbe hervortritt. Die Kopffüßler zeigen so wäh-
rend ihres Lebens ein herrliches Farbenspiel von blauen,
rothen und gelben Tönen, die schillernd über den Kör-
per hinweglaufen und beständig miteinander abwech-
seln. Es hält dieses Farbenspiel mehrere Stunden
nach dem Tode noch an und dient deshalb auf den
Märkten der Küsten, wo man die Thiere ißt, zum Zei-
chen ihrer Frische.

Die äußern Schalen, welche manche Kopffüßler be-
sitzen, sind nach abweichenden Typen gestaltet und können
nicht mit denen der Schnecken verwechselt werden. Sie
sind stets im Verhältniß ihrer Größe, dünn und zer-
brechlich, lassen aber bei zwei verschiedenen Typen eine
sehr verschiedene Structur erkennen. Der eine Typus
wird durch das Papierboot (Argonauta) dargestellt,
ein Thier, das sich häufig in dem südlichen Mittel-
meere findet und ein bootförmiges, sehr leichtes, dün-
nes, hinten spiralig eingerolltes, quer gereiftes Ge-
häuse bewohnt, das im Innern keine Scheidewände
hat und an dem das Thier so wenig anhängt, daß
manche Naturforscher noch bis in die neueste Zeit be-
haupteten, es halte sich nur als Schmarotzer in dieser
Schale auf, die das Werk einer noch unbekannten
Schnecke sei. Es werden aber diese Schalen offenbar
nicht von dem Mantel des Thiers, welches nirgends
damit zusammenhängt, sondern von den beiden segel-
artig ausgebreiteten, hintern Armen des Thiers ge-
bildet, welche nach unten zurückgeklappt getragen wer-
den und auf ihrer netzartig gegitterten Außenfläche die
Substanz dieses Gehäuses absondern, die hauptsächlich
hornartig ist und die Kalkmasse in kleinen rundlichen
Haufen abgelagert enthält. Die Thiere sind, entgegen
dem bei den Schnecken geltenden Gesetze, im Ei voll-
kommen nackt und erhalten diese Schale erst später
umgebildet.

Weit wichtiger für uns erscheinen diejenigen Scha-
len, die nach einem Typus gebaut sind, von welchem
das sogenannte Schiffsboot (Nautilus) den Typus
bildet. Alle diese Schalen sind gekammert, d. h.
durch eine Menge von Scheidewänden in einzelne
Abtheilungen zerlegt, welche sich meist in regel-
mäßigen, vom innern Ende der Schale an allmälig
zunehmenden Abständen beim Aufbrechen der

erkennen lassen. Diese Scheidewände sind nie ganz vollständig, sondern an irgend einer Stelle durchbohrt, sodaß bei todten Schalen jede Kammer mit der andern durch ein Loch der Scheidewand in Verbindung steht. In den meisten Fällen setzt sich das Loch nach hinten zu in eine mehr oder minder lange zapfenförmige Kalkröhre fort, welche besonders in den fossilen, mit Steinmasse erfüllten Schalen deutlich ist und die man den Sipho genannt hat. Bei den todten Schalen scheint so jede vorhergehende Kammer nach hinten in die folgende geöffnet; untersucht man aber die Sache bei einem lebenden Thiere, so zeigt sich der Sipho durch einen Faserstrang ausgefüllt, der durch alle Kammern hindurchgeht, von dem hintern Theile des Eingeweidesacks entspringt und das Thier an die Schale befestigt. Das Thier bewohnt nur die letzte Kammer, die es mit zunehmendem Wachsthum vergrößert und nach hinten mit einer neuen Scheidewand abschließt; die übrige Schale mit den leeren Kammern dient offenbar als Gegengewicht, als Schwimmblase.

Innere Schalen finden sich bei vielen wenigstens angedeutet, bei andern sehr ausgebildet in der Dicke der Haut in eigenen Säcken gelagert und oft von sehr complicirter Structur. Die einen gleichen den geklammerten Schalen der Nautilen (Spirula), die andern sind mehr oder minder breite, im Rücken gelagerte Schulpen, bald nur hornartig (Loligo), bald aus Kalkgewebe aufgebaut (Sepia). Die höchste Vollendung bieten diese innern Schalen in den fossilen Belemniten.

Außer den verschiedenen Schalenstücken besitzen die Kopffüßler ein besonderes inneres Skelet, welches stets aus Knorpelstücken besteht und hauptsächlich zur Deckung des Gehirns und der Sinnesorgane bestimmt ist. Die Hauptmasse dieses innern Skelets wird von einem Kopfknorpel gebildet, der rund um den Schlund herumliegt und als ein hohler Ring erscheint. Auf der Rückenseite schließt dieser Ring das Gehirn und die Gehörorgane ein und nach der Seite schickt er zwei becherartige Fortsätze aus, welche den innern Theil des Augapfels in ähnlicher Weise umfassen, wie der Fruchtbecher die Eichel. Gestalt und Ausbildung der einzelnen Theile dieses Kopfknorpels weichen bei den einzelnen Gattungen ziemlich voneinander ab, indem bald der Rückentheil des Hohlringes nicht ganz geschlossen, bald der Bauchtheil mehr entwickelt ist und die Augenbecher dann gänzlich fehlen. Außer diesem Kopfknorpel, der durch seine Bestimmung vollkommen dem knorpeligen Schädel mancher Wirbelthiere entspricht, findet man nur bei einzelnen Gattungen, bald in der Rückenseite des Mantels, bald an dem Trichter, bald an der Basis der Arme, vereinzelte Knorpelstücke von geringerer Bedeutung, die besonders zur Herstellung fester Punkte für die Wirkung der Muskeln dienen.

Die Bewegungsorgane der Kopffüßler besitzen förmliche Muskeln, die sich in einzelne, wohlgeordnete Bündel trennen lassen und hauptsächlich im Mantel und den Armen entwickelt sind. Der Mantel ist seiner Hauptmasse nach aus Ringfasern gebildet, wodurch besonders die Kiemenhöhle sehr kräftig zusammengezogen und das in ihr befindliche Wasser mit einiger Gewalt herausgepreßt werden kann. Der Trichter, welcher über dem Kiemensacke steht und dessen Wandungen ebenfalls sehr fleischig sind und eigene Muskeln besitzen, kann sich ebenso kräftig zusammenziehen. Er scheint aus der Umwandlung des Fußes der Schnecken hervorgegangen zu sein. Auf diesem Apparate beruht hauptsächlich das Schwimmen der Kopffüßler. Sie öffnen die Mantelspalte, welche in die Kiemenhöhle führt, dehnen diese letztere weit aus und füllen sie gänzlich mit Wasser; sobald dies geschehen, pressen sie durch Zusammenziehung der Ringmuskeln die beiden Lippen der Mantelspalte aneinander, sodaß nur die Oeffnung des Trichters zum Ausströmen des Wassers offen bleibt, und indem sie nun durch kräftige Zusammenziehung des Mantels das Wasser durch die enge Oeffnung des Trichters nach vorn hin im Strahle ausspritzen, wird der Körper durch den Rückprall rückwärts fortbewegt. Die Armfüßler schwimmen also alle rückwärts, die hintere Spitze des Eingeweidesacks voran, und sie sind meist um so bessere Schwimmer, je spitzer und langgestreckter ihr Körper und je weiter ihre Kiemenhöhle ist. In dieser Bewegung werden viele von ihnen unterstützt durch seitliche Hautlappen oder Flossen, welche bald mehr hinten am Körper in Dreiecksform, bald mehr nach der Mitte zu angebracht sind und offenbar nur zur Erhaltung des Körpers in horizontaler Stellung bestimmt sind.

Die zwei im Kreise um den Mund gestellten, aber doch symmetrisch zu beiden Seiten geordneten Arme, welche zum Anklammern, Kriechen, zum Fassen der Beute bestimmt sind, bestehen aus einem fleischigen Cylinder, außen aus Ringmuskeln, innen aus Längsmuskeln gebildet, durch dessen Achse die Gefäße und Nerven in die Höhe steigen. Es sind diese Arme nach zwei verschiedenen Typen gestaltet und in verschiedenartiger Weise bewaffnet. Bei den Schiffsbooten nämlich sind die Arme in großer Anzahl vorhanden und bestehen aus kurzen geringelten Fäden, welche vollständig in die Basis des Arms zurückgezogen werden können und außerdem noch büschelweise unter einem lappigen Deckel sich bergen, dessen äußere Fläche, wie es scheint, auch zum Kriechen benutzt werden kann. Bei den übrigen Kopffüßlern sind die Arme mit einfachen oder doppelten Reihen von Saugnäpfen auf ihrer innern, dem Munde zugewandten Fläche besetzt, womit sich die Thiere äußerst fest ansaugen können. Jeder Saugnapf bildet einen rundlichen Becher, der bald unmittelbar, bald mittels eines deutlich abgesetzten Stiels auf der innern Armfläche aufsitzt. Der Becher selbst ist in seiner Wandung von Ringfasern und strahlig gestellten Muskelfasern gebildet und seine Mündung meist mit einer hornigen Haut verschlossen, die in der Mitte ein Loch hat, in welches ein fleischiger Wulst des Bechergrundes eingeschoben und wie ein Stempel nach dem Anpassen des Saugnapfrandes zurückgezogen werden kann. Jeder Saugnapf bildet auf diese Weise einen Schröpfkopf, in welchem der leere Raum in ähnlicher Weise hergestellt wird, wie in einer Pumpe oder Spritze durch Aufziehen des Stempels. Bei vielen Gattungen sind an dem Rande des Saugnapfes hornige Zähnchen entwickelt, und bei einigen ist der innere Wulst, welcher aus dem Grunde des Saugnapfes hervorschaut, mit einem hornigen Hütchen besetzt. Dieser Haken entwickelt sich dann oft ungemein, während der Wall des Saugnapfes, der ihn umgibt, zurücksinkt, und es erscheint dann der Arm mit einer oder mehrern Reihen von Krallen bewaffnet. Bei einer ganzen Familie sind nicht alle Arme gleichmäßig ausgebildet, sondern zwei derselben sehr lang und nur an ihrer Spitze verbreitert und mit Saugnäpfen versehen, während ihre Stiele vollkommen glatt und dünn sind. Sie können diese Arme meistens in eigene Scheiden, die zu beiden Seiten des Kopfes angebracht sind, zurückgezogen werden.

Das Nervensystem der Kopffüßler erreicht einen sehr hohen Grad der Ausbildung. In den erwähnten Knorpelring eingeschlossen, umgibt es unmittelbar

den Schlund und kann hier in zwei Hauptmassen, ein Gehirn und einen untern Theil, unterschieden werden. Die obere Markmasse, welche etwas unbedeutender ist, entsendet nur wenige feine Nerven zu den Mundtheilen, während die untere Nervenmasse die dicken Sehnerven, die Geruchs- und Gehörnerven, sowie sämmtliche Nerven zu den Armen, dem Mantel und den Eingeweiden entsendet. Die Armnerven erscheinen in ihrer ganzen Länge in einzelne Knoten angeschwollen, deren jeder einem Saugnapfe entspricht und in diesen feine Nervenfäden sendet. Die beiden seitlichen Mantelnerven schwellen ebenfalls am Eingange der Kiemenhöhle zu einem bedeutenden Ganglion an, das nach allen Seiten Nerven ausstrahlen läßt und unmittelbar unter der Haut liegt, sodaß man es sehr leicht erkennt, sobald man nur die Kiemenhöhle aufgeschnitten hat.

Dem Nervensysteme entsprechend, sind die **Sinnesorgane** ausgebildet. Wenn die mit Saugnäpfen und Haken besetzten Arme vieler Gattungen weniger zum Tasten geeignet erscheinen dürften, so haben doch gewiß die einziehbaren Fäden auf dem Kopfe der Perlboote diesen Zweck, für den sie ganz geeignet erscheinen. Die **Augen** sind bei den meisten Kopffüßlern außerordentlich entwickelt, sie stehen, wie schon erwähnt, zu beiden Seiten des Kopfes, meist mit ihrem Grunde in einer kapselartigen Verlängerung des Kopfknorpels eingesenkt und zeigen eine äußerst zusammengesetzte Structur, auf die wir hier nicht näher eingehen können. Die **Gehörwerkzeuge** der Kopffüßler bestehen aus einem birnförmigen Säckchen, welches einen unregelmäßigen, aus einzelnen Krystallen zusammengesetzten Hörstein enthält und in zwei rundlichen Höhlen eingegraben liegt, die in der untern Hälfte des Kopfknorpels ausgehöhlt sind. Außerdem finden sich an der vordern Fläche des Kopfes, neben den Augen, zwei Höhlen, von Hautwülsten umgeben, aus deren Grunde sich ein weißes Wärzchen erhebt, das offenbar als das erste Rudiment eines Riechorgans angesehen werden muß. Da nun außerdem noch in dem Eingange der Mundhöhle ein fleischiger Vorsprung sich befindet, der ziemlich bedeutende Nerven erhält und auf seiner Oberfläche mit weichen Zotten besetzt ist, also sicher die Bedeutung einer Zunge hat, so sind die Kopffüßler mit allen jenen Sinnen ausgestattet, welche auch die höchsten Wirbelthiere besitzen.

Die **Verdauungsorgane** der Kopffüßler beginnen mit einer kreisförmigen, von einer gefransten Lippe umgebenen Mundöffnung, hinter welcher unmittelbar ein starker muskulöser Schlundkopf angebracht ist, der mit zwei gekrümmten, einem Papagaischnabel nicht unähnlich sehenden Hornkiefern bewaffnet ist. Diese Kiefer stehen nicht horizontal, wie bei den Gliederthieren, sondern senkrecht einander gegenüber, und bestehen jeder aus zwei flügelartigen Seitenästen, die sich vorn in einer hakenförmig umgebogenen Spitze vereinigen. Beide passen so ineinander, daß bei dem Schließen der beiden Kiefer der Oberkiefer den Unterkiefer umfaßt. Zwischen den Aesten des Unterkiefers liegt die fleischige, äußerst nervenreiche Zungenwarze. Von dem muskulösen Schlundkopfe, welcher die Bewegungen der Kiefer vermittelt, steigt nun ein dünner Schlund nach unten in den Eingeweidesack, wo er zuweilen in eine Art Vormagen oder Kropf anschwillt, in andern Fällen aber ohne Erweiterung bis zu dem breiten muskulösen Magensacke sich fortsetzt. Der Magen bildet einen Blindsack, aus welchem der Darmkanal in der Richtung nach vorn hervorgeht und bald nach seinem Austritt noch einen Blindsack absendet, der zuweilen spiralig gewunden erscheint. Nach Abgabe dieses Blindsacks steigt der ziemlich enge, dünnhäutige Darmkanal meist in gerader Linie nach vorn in die Höhe und öffnet sich in dem Grunde des Trichters mit einem meist fransig begrenzten After nach außen. Die Drüsenorgane, welche an diesem Darmkanale sich befinden, sind ungemein groß und zahlreich, denn meist sind zwei Paar von Speicheldrüsen entwickelt, wovon das eine am Schlundkopfe, das andere am Kropfe liegt, und außerdem eine Leber, die zuweilen in mehrere Abtheilungen zerfällt und von einer besondern Kapsel umgeben ist.

Die Athmung geschieht bei den Kopffüßlern durch **Kiemen**, welche in der Mantelhöhle zu beiden Seiten hervortreten und aus fransigen Blättchen bestehen, die mit ihrer Basis aufgewachsen sind, mit dem gekrausten Rande aber frei hervorstehen. Bei den gewöhnlichen Kopffüßlern findet sich nur eine Kieme auf jeder Seite, bei den Perlbooten dagegen zwei unmittelbar untereinander, also vier im ganzen. An der Basis einer jeden Kieme liegt ein weiter pulsirender Sack, ein **Kiemenherz**, welcher das von den Kiemen zurückkehrende Blut, das blaßgelb oder violett gefärbt ist, in das in der Mitte gelegene **Herz** treibt. Dieses bildet einen bald runden, bald mehr länglichen Schlauch, von dem aus ein großes Hauptgefäß längs des Magens und Schlundes nach dem Kopfe zu verläuft, das auf seinem Wege Leber, Magen und Schlund und den ganzen Kopf mit Zweigen versieht. Eine kleinere untere Arterie versorgt die übrigen Eingeweide. Das Blut, welches durch diese Gefäße vom Herzen weggetrieben wird, sammelt sich in einzelnen Räumen des Körpers und selbst in der Eingeweidehöhle an und geht dann in rückführende Gefäße über, welche endlich eine große Mittelvene bilden, die neben der Aorta herläuft und sich im Grunde des Eingeweidesacks in zwei seitliche Aeste theilt, welche das Blut nach beiden Seiten hin zu den Kiemen führen. Es ist also auch bei diesen Thieren der Kreislauf nicht vollständig geschlossen, sondern statt eines Haargefäßsystems zwischen den Arterien und Venen ein System von Räumen eingeschoben, die, wie es scheint, wandungslos sind und zwischen den Organen sich hinziehen.

Außer den erwähnten Organen besitzen die Kopffüßler noch zwei höchst eigenthümliche Absonderungsorgane, von welchen das eine durch seinen Inhalt sogar für die Versteinerungen Wichtigkeit erlangt hat. Die beiden Hohlvenen, welche das Blut nach den Kiemen hinführen, sind mit eigenthümlichen zottigen oder schwammigen Knollen besetzt, welche Hohlräume bilden, auf deren Außenfläche die Absonderung geschieht. Die abgesonderte Masse enthält Harnstoff und Harnsäure; es müssen deshalb diese schwammigen Venenkörper gewiß als **Nieren** angesehen werden. Außerdem liegt aber in einem gemeinschaftlichen Sacke mit der Leber ein birnförmiger Beutel, dessen kurzer Ausführungsgang unmittelbar neben dem After in den Trichter mündet und der stets mit einer [illegible] schwarzen Flüssigkeit erfüllt ist, welche durch den Trichter entleert werden kann und das Wasser in weitem Umfange dunkel färbt. Es findet diese [illegible] Masse als Farbstoff, besonders in der Malerei vielfache Anwendung und ist unter dem Namen Sepia bekannt. Bei fossilen Körpern [illegible] Tintenbeutel mit seinem [illegible] Inhalte vollkommen wohl erhalten gefunden und daraus [illegible] Körper entnehmen können.

Alle Kopffüßler [illegible] pflanzen sich nur durch getrennte Geschlechter fort, aber bei vielen Gattungen [illegible] Weibchen [illegible]

durch die Untersuchung ihrer innern Geschlechtstheile oder ihrer Arme voneinander unterscheiden lassen, kommt bei andern Gattungen eine ziemlich bedeutende Verschiedenheit in Form und Größe der Männchen und Weibchen vor. Der Bau der Geschlechtstheile ist folgender: bei den Weibchen findet sich ein einziger, einfacher, rundlicher, im Grunde der Eingeweidehöhle gelegener Eierstock, der von einer derben sehnigen Hülle eingeschlossen ist, welche sich unmittelbar in die Eileiter fortsetzt. In dem Eierstocke wachsen die Eier zu einer solchen Größe heran, daß endlich bei den reifen Eiern das ganze Eierstocksgewebe nur noch dünne, häutige, gefäßreiche Kapselüberzüge über die Eier bildet, welche später platzen und die reifen Eier in den Eileiter übertreten lassen, der entweder einfach oder doppelt ist und gewöhnlich im Grunde des Trichters ausmündet, wo er meist von einer Drüse umgeben ist. Außer dieser Eileiterdrüse kommen bei den meisten Kopffüßlern noch eigenthümliche Nebendrüsen oder Nestdrüsen vor, welche ebenfalls in den Trichter einmünden und wahrscheinlich den Stoff zu den einzelnen Hüllen bilden, von welchen die gelegten Eier umgeben sind. Die Eier selbst nämlich haben meist eine mit netzartigen, nach innen vorspringenden Falten versehene Dotterhaut und stecken selbst wieder in einer hornigen Schale, die zuweilen schwärzlich gefärbt ist. Viele solcher Eier werden nun von den einzelnen Gattungen wieder in eigenthümlich charakteristischer Weise zu Massen vereinigt. So bilden die gewöhnlichen Tintenfische birnähnliche Flaschen, welche traubenartig zusammengehäuft an Meerpflanzen angeheftet werden und unter dem Namen Meertrauben bekannt sind. Die Kalmare erzeugen lange Stränge, die zusammengeklebte Haufen bilden. Die Papierboote spinnen an jedem Ei einen langen Faden aus, den sie mit denen der andern Eier zusammenwickeln und so einen traubenartigen Haufen bilden, welchen sie an ihrer Schale angeheftet mit sich herumtragen.

Die *männlichen Geschlechtsorgane* sind aus einem einfachen Hoden gebildet, welcher an der Stelle des Eierstocks liegt und aus einer Menge verästelter Drüsenschläuche besteht, die sich in einer mittlern Höhle vereinigen. Die Samenmasse gelangt von hier aus durch einen vielfach gewundenen Samenleiter und eine gewundene Samenblase in einen weiten, mit Längsfalten versehenen Samensack, die sogenannte Needham'sche Tasche, aus welcher ein schlauchförmiger Ausführungsgang, der in der Mantelhöhle frei hervorsteht, die Samenmasse nach außen leitet. Diese selbst ist indeß bei den meisten Kopffüßlern in höchst eigenthümlicher Weise gebildet. Die ganze Samenmasse besteht nämlich in der erwähnten Needham'schen Tasche aus eigenthümlichen großen cylindrischen Schläuchen, Spermatophoren oder Samenmaschinen, welche einen sehr sonderbaren Bau haben. Jeder Schlauch stellt ein glashelles Rohr dar, in dessen hinterm Ende eine sehr zarthäutige Blase voll Samenthiere sich befindet, die auf einem meist spiralförmig gedrehten Bande ruht, welches bis an das Vorderende des Schlauchs verläuft und hier von einer eigenthümlichen Masse, einem Schleuderstoffe, umgeben ist, welcher durch Einsaugung von Wasser außerordentlich anschwillt. Sobald diese Samenschläuche aus der Needham'schen Tasche, in der sie dicht gedrängt nebeneinanderliegen, in das Wasser kommen, so saugt der glashelle Schlauch Wasser ein, schwillt an seinem Vorderende auf und platzt endlich, wobei die innere Schwellmasse herausgeschleudert wird und an dem spiraligen Bande das mit Samenthierchen gefüllte Säckchen aus dem Schlauche herauszieht. Bei allen männlichen Kraken findet sich ein Arm (bei Sepia, Loligo u. s. w., der vierte links, bei Octopus und andern der dritte rechts), welcher besonders an der Spitze umgewandelt erscheint, indem die Saugnäpfe in quergestellte Papillen verändert oder das Ende löffelförmig ausgehöhlt scheint. Man hat diese Arme hectocotylisirt genannt. Bei einigen Gattungen nun (Tremoctopus) wird das Männchen kleiner und bei Argonauta sehr klein und schalenlos. Dabei wird der hectocotylisirte Arm außerordentlich umgestaltet. Er bildet sich in einer Hautblase aus, erhält besondere Saugnäpfe und einen Beutel am freien Ende mit langem, peitschenförmigem Anhang und löst sich endlich bei der Begattung, wo er offenbar Träger der Samenmaschinen wird, los, um in der Kiemenhöhle der Weibchen noch längere Zeit selbständig zu leben. Hier traf man solche losgelöste Arme auch zuerst an, hielt sie für Eingeweidewürmer und nannte sie Hectocotylus.

Die Entwickelung des Eies beginnt mit partieller Furchung an einem Pole, wo sich aus oberflächlichen Zellen die erste Embryonalanlage zusammensetzt. Der Embryonaltheil breitet sich allmählich weiter aus; die einzelnen Zellen legen sich zusammen und es erscheinen nun nach und nach die verschiedenen Organe des Embryos, zuerst in der Form von Wülsten, und zwar in der Lagerung, daß der Kopftheil des Embryos dem Dotter zugewendet, das Hintertheil des Bauchsacks von ihm abgewendet erscheint und dieser auch vor den übrigen Theilen sich ausbildet. Anfangs sitzt der Embryo gleichsam wie eine flache Scheibe auf dem Dotter auf, der unverhältnißmäßig groß ist, dann hebt er sich mehr ab und der Eingeweidesack erhält allmählich seine beutelförmige Gestalt. Eine vom Embryo ausgehende Hautschicht umwächst allmählich den Dotter und bildet einen wahren Dottersack. Während der Dotter immer kleiner wird und der Embryo stets mehr auf seine Kosten auswächst, bleibt die gegenseitige Lagerung dieser beiden Theile stets dieselbe. Der Embryo erfaßt mit seinen nun hervorgesproßten Armen den Dotter, welcher seinem Kopfe gegenüberliegt. Der Dottersack steht zu keiner Zeit des Embryonallebens mit irgendeinem Theile des Darmkanals in Verbindung; er bildet stets einen für sich abgeschlossenen Sack, dessen Stiel hart neben dem Munde in die Leibeshöhle eindringt.

Die Entwickelung der einzelnen Organe ist mit großer Genauigkeit verfolgt worden. Zuerst entsteht der Mantel in der Mitte, als ein flacher Wulst, zu dessen beiden Seiten die später zusammenwachsenden Hälften des Trichters und nach vorn zu die Augen als zwei schmale Wülste sich erkennen lassen. Während sich nun der Mantel vom Dotter abhebt, erscheinen nacheinander die verschiedenen Paare der Arme als flache, unbedeutende Höcker, Mund und After an einander gegenüberstehenden Stellen noch flach auf dem Dotter aufliegend, die Kiemen mit ihren Venenherzen und dem dazwischenliegenden Aortenherz, während die zugleich vom Embryo ausgehende Umhüllung des Dotters denselben mehr und mehr umwächst. Der Embryo ist jetzt noch immer vier- bis fünfmal kleiner als der Dotter, flimmert auf seiner ganzen Oberfläche und dreht sich bei denjenigen Gattungen, bei welchen viel Eiweiß und ein kleiner Dotter vorhanden ist, während er bei den andern weder Kraft noch Raum besitzt, diese Umwälzungen zu bewirken. Alle einzelnen Organe bilden sich nun mehr und mehr aus, indem namentlich der Bauchtheil des Embryos sein früheres Misverhältniß gegen den Kopf ausgleicht und der Dotter allmählich ganz schwindet.

Alle Kraken leben im Meere und sind gewaltige Raubthiere, die sich vorzugsweise von Fischen nähren,

selbst aber wieder besonders von Walthieren gejagt werden. Die Potfische scheinen nur von Cephalopoden zu leben. Die Arten mit sackförmigem Körper leben besonders an den Küsten, die Kalmare (Loligiden) mit langgestrecktem Körper häufig auf offener See. Es gibt riesige Arten, von welchen von Zeit zu Zeit ein Exemplar in die Nähe des Landes kommt, wie erst neuerdings bei Boston, Arten, die Arme von 30 Fuß Länge haben. Man benutzt besonders die jungen Kalmare als Speise, den Farbstoff des Tintenbeutels als Farbe (Sepia) und die Schulpen als fast reinen kohlensauren Kalk (Os sepiae).

Die jetzigen Kraken sind nur die letzten Repräsentanten einer außerordentlich zahlreichen Reihe von Formen, welche von den ältesten Zeiten der Erdgeschichte an existiren.

Ordnung der Zweikiemer (Dibranchiata).

Zwei Kiemen in der Mantelhöhle; acht ziemlich gleiche Arme, zu welchen bei einigen noch zwei verschieden gestaltete längere Arme kommen, mit Saugnäpfen oder Haken bewaffnet; ganzer Trichter und Tintenbeutel; sitzende Augen.

Mit Ausnahme der Schiffsboote, begreift diese Ordnung alle jetzt lebenden Kraken in sich.

Octopoda. Achtarmige Kraken.

Acht meist gleich gebaute und in ihrer Länge wenig verschiedene Arme umstehen den Mund und sind mit sitzenden Saugnäpfen ohne Hornring in doppelten oder einfachen Reihen versehen. Die Arme sind an ihrer Basis durch eine Verbindungshaut miteinander zusammengeheftet, die zuweilen fast bis zur Spitze der Arme geht. Die Augen sind verhältnißmäßig kleiner als bei den Zehnfüßern und können durch ein rundliches Augenlid geschlossen werden. Der Körper ist rundlich, sack- oder beutelförmig und hat keine innere Schulpe, meist auch keine Flossen. Sie sind Küstenkriecher.

Familie der Pulpen (Octopida). Der Mantelrand besitzt keinen Schließapparat und ist in der Mittellinie innen durch einen Muskel an den Eingeweidesack befestigt. Bei dem Männchen nur hectocotylisirte Arme (am dritten Paare), die sich niemals loslösen. Hierher die an allen europäischen Küsten häufigen Pulpen (Octopus), die der fabelhaften Pieuvre zu Grunde liegen, mit zwei Reihen von Saugnäpfen auf den sehr langen Armen; der besonders im Mittelmeer vorkommende Moschuspulpe (Eledone moschata, Taf. 30, Fig. 23), mit nur einer Reihe von Saugnäpfen und moschusartigem Geruch, und die abweichenden Cirrhothentis im Nordmeere, wo die Verbindungshaut bis zur Spitze der Arme geht, sodaß dieser Apparat einen Schirm darstellt, mit innerer Schulpe und seitlichen Flossen.

Familie der Armpulpen (Philonexida). Mantelrand mit Schließapparat, Mantel nicht an dem Eingeweidesack befestigt, Wasserporen am Kopfe. Der dritte Arm der rechten oder linken Seite löst sich beim Männchen, das zuweilen verkümmert ist, als wahrer Hectocotylus ab. Meist gute Schwimmer. Hierher gehört außer einigen kleinen, den gewöhnlichen Pulpen ähnlichen Gattungen (Philonexis, Tremoctopus), das Papier- oder Perlboot (Argonauta argo, Fig. 25). Die Männchen sind sehr klein, verkümmert, schalenlos und einem kleinen Pulpen bis auf den Hectocotylusarm ähnlich; bei den Weibchen ist der Körper in einer ungekammerten, wenig gebogenen Schale eingeschlossen, welche von der äußern Fläche der Arme abgesondert wird, wovon zwei zu diesem Endzwecke flügelartig erweitert sind und die Schale umklammern. Das Thier gebraucht indeß die Arme nicht wie Segel, wie man oft erzählt hat, um auf der Oberfläche des Wassers einherzuschiffen, sondern es schwimmt ganz wie andere Kopffüßler durch Einziehen von Wasser und Ausstoßen desselben aus dem Trichter.

Decapoda. Zehnarmige Kraken.

Der meist längliche Körper trägt am Rande zwei horizontal gestellte, mehr oder minder ausgebildete Hautflossen; Trichter und Mantelrand besitzen einen sehr ausgebildeten Schließapparat; außer acht gleich langen, aber meist kurzen Armen existiren noch zwei lange, in besondere Scheiden zurückziehbare Fangarme, die erst gegen das Ende hin verbreitert und mit Saugnäpfen oder Haken versehen und zwischen das dritte und vierte Fußpaar gestellt sind; die Saugnäpfe sind gestielt und mit Hornringen versehen; die Augen sehr groß, ohne kreisförmiges Augenlid; meist ist eine innere Schale vorhanden. Zu dieser Gruppe gehörten die Thiere, von welchen die unter den Namen der Belemniten oder Donnerkeile bekannten Versteinerungen stammen.

Außer den in südlichen Meeren vorkommenden Posthörnchen (Spirulida), deren Schale derjenigen der Schiffsboote insofern ähnelt, als sie gekammert ist, und den auf hoher See vorkommenden langgestreckten Lochaugen (Oigopsida), bei welchen die Hornhaut des Auges weit durchbohrt und die Linse unbedeckt ist, erwähnen wir besonders der Tintenfische (Sepida), deren Körper bald mehr langgestreckt ist, wie bei den Kalmaren (Loligo), bald breiter mit ganzrandiger Flosse, wie bei der abgebildeten Art (Tintenfisch, Sepia officinalis, Taf. 30, Fig. 24), die besonders häufig im Mittelmeere vorkommt und einen gewaltig großen Tintenbeutel besitzt, welcher die Grundlage der bekannten Farbe bildet. Die Schulpe dient gepulvert als neutralisirendes Mittel z. B. bei Magensäure, und zum Abschleifen feiner Gegenstände.

Ordnung der Vierkiemer (Tetrabranchiata).

Vier Kiemen; die Arme in zahlreiche, zurückziehbare Tentakeln aufgelöst; der Trichter gespalten; eine vielkammerige Schale; kein Tintenbeutel.

Die letzte Kammer der Schale dient den Thieren allein zur Wohnung. Bei zunehmendem Wachsthum vergrößert dieses seine Schale nach vorn, läßt aber zugleich nach hinten eine Strecke der Schale, welche ihm zu eng geworden ist, frei und bildet sich eine neue Scheidewand, welche die Wohnkammer nach hinten abschließt. Die Structur dieser Scheidewände ist [illegible] sehr mannichfaltig. Bei dem lebenden Schiffsboote und der ganzen Familie der Schiffsboote (Nautida) überhaupt, sind diese Scheidewände [illegible] geschweift und ihre Convexität nach [illegible] Seite nach der Mündung der Schale hin gerichtet. Bei den geraden Schalen, [illegible] besonders in den Uebergangsgebirgen [illegible] deshalb das ganze Gehäuse einer [illegible] Schalen von Tassen, [illegible] Bei der gänzlich [illegible] monshörner (Ammonida, [illegible] der Scheidewände [illegible] vielfältig [illegible] Schalen, [illegible] der Steinkern [illegible]

wo der Fuß nur geringe Entwickelung zeigt, die untern Knoten rudimentär werden. Von den Gehirnganglien werden besonders die Sinnes- und Mundorgane, von den untern oder Fußganglien die Haut und der Fuß sowie einzelne Eingeweide versorgt. Alle Nerven entspringen aus den Ganglien selbst, niemals aus den Verbindungssträngen derselben, und außerdem findet sich noch ein aus äußerst dünnen Nerven und Knötchen zusammengesetztes Eingeweidenervensystem, welches indeß bei den meisten Gattungen sich schwer verfolgen läßt und namentlich die Verdauungsorgane sowie die Geschlechtstheile mit feinen Fäden versorgt.

Sinnesorgane sind bei den meisten Schnecken vorhanden. Besondere Taster oder Fühler sitzen fast bei allen an dem Kopfe und können meist willkürlich aus- und eingezogen werden. Es haben diese Fühlhörner oder Tentakeln die verschiedensten Gestalten, bald wie ein feiner Faden, bald wie eine Röhre, die sich wie ein Handschuhfinger aus- und einstülpt, bald wie ein zugespitztes oder eingerolltes Blatt oder wie eine breite Platte, die durch Verschmelzung der beiden Fühler im Nacken entsteht. Meist kommt nur ein Paar solcher Fühler vor. Nur unsere Landschnecken und einige Fadenschnecken haben zuweilen zwei Paar. Die Tastnerven, welche in diese Organe treten, sind verhältnißmäßig sehr dick und das Gefühl in den Organen äußerst fein. Außer ihnen dienen noch öfters besondere Mundlappen und weiche Lippen um den Mund den Schnecken zum Tasten.

Augen sind fast überall vorhanden, und zwar stets nur in der Zahl von zweien. Nur der niedersten Ordnung, den Flossenfüßern und einigen wenigen Bauchfüßern, fehlen die Sehorgane. Es sitzen dieselben entweder im Nacken oder an verschiedenen Stellen der Fühler, bald an dem Grunde, wie bei unsern Teichschnecken, bald in der halben Länge, bald auch an dem vordersten Ende der Fühler, wie bei unsern Gartenschnecken. Jeder Augapfel ist von einer festern Haut umgeben, welche nach vorn durchsichtig und bis zu dieser durchsichtigen gewölbten Stelle innen mit dunkelm Farbstoffe ausgekleidet ist. Der Sehnerv durchbohrt von hinten her die äußere Augenhaut und breitet sich auf der innern Fläche derselben zu einer Netzhaut aus, deren Höhlung von einem Glaskörper und einer Linse erfüllt wird. Die Sehnerven sind meist ziemlich voluminös, fehlen aber bei manchen Schnecken fast ganz, sodaß die Augen dem Gehirn unmittelbar aufsitzen.

Gehörorgane kommen wol allen Schnecken ohne Ausnahme zu, und trotz der niedrigen Stufe ihrer Entwickelung scheinen sie von großer Bedeutung für die Oekonomie der Thiere, da sie bei den Embryonen sehr früh erscheinen. Sie sitzen meist unmittelbar auf dem Gehirne auf oder zeigen nur einen kurzen Hörnerven, welcher nur bei einigen wenigen Kielfüßlern bedeutend verlängert ist. Es bestehen diese Gehörorgane nur aus einer runden oder länglichen Kapsel, in welcher entweder ein kugelförmiger oder viele krystallinische Gehörsteinchen stecken, welche durch Wimpern in steter zitternder und wälzender Bewegung gehalten werden.

Die Verdauungswerkzeuge sind bei den meisten Schnecken in weit höherm Grade entwickelt als bei den Muscheln, und besonders zeichnen sich sehr viele durch eine starke Bewaffnung des Mundeingangs aus. Bei den meisten Schnecken findet sich ein mittlerer, in die Decke der Mundhöhle eingesenkter Kiefer, dessen Muskeln mit denen der Zunge einen starken fleischigen Schlundkopf bilden, welcher meist unmittelbar hinter der Mundöffnung liegt und sehr oft, besonders bei Meerschnecken, selbst an einem mehr oder minder langen hervorstreckbaren Rüssel angebracht ist. Zuweilen ist der Kiefer in zwei seitliche oder auch in drei Stücke, ein mittleres und zwei seitliche, zerfallen. Gewöhnlich stellt er sich als ein halbmondförmiges, mit Leisten und Vorsprüngen versehenes hartes Blatt dar, gegen welches die Zunge (Radula) gerieben werden kann. Diese besteht meistens aus einer riemenförmigen, sehr beweglichen, mit langen Muskeln versehenen Hautleiste, welche zuweilen viel länger als der Körper ist und in einer eigenen Tasche vor oder neben dem Schlundkopfe eingerollt liegt. Diese Zunge, welche ein eigentliches Greif- und Schöpforgan ist, kann meist aus dem Munde hervorgestülpt und zum Fassen und Zermalmen der Beute benutzt werden. Zu diesem Endzweck ist sie auf ihrer Außenfläche entweder mit queren gezähnelten Platten, deren Zähne in Längsreihen stehen, oder mit Reihen langer und spitzer Zähne versehen, welche zum Anspießen und Zerreiben der Beute dienen. Viele Schnecken nähren sich von Polypen, und diese kratzen meist mittels der stacheligen Zunge die Polypenstöcke förmlich ab; andere bohren Schnecken und Muschelthiere mittels ihrer scharfen Kiefer an und fressen sie aus. Die wenigsten nur ernähren sich von Pflanzenstoffen, welche sie mit Zunge und Kiefern zernagen. Die meisten sind nächtliche Thiere, welche tagsüber still sitzen und nur nachts ihrem Raube nachgehen.

Der Darmkanal, in welchen sich die so stark bewaffnete Mundhöhle fortsetzt, ist meistens sehr einfach gebildet. Eine mehr oder minder lange Speiseröhre, die meist mit Längsfalten ausgekleidet ist, führt in einen Magen, der gewöhnlich dünnwandig, bei einigen Gattungen aber sogar auf seiner innern Seite mit harten Leisten oder selbst hornigen Zähnen besetzt ist. Von hier aus windet sich ein sehr dünnwandiger Darm durch die Massen der Eingeweide, besonders der Leber, hindurch und öffnet sich meist an der rechten Seite des Körpers in der Nähe der Athemwerkzeuge. Die Stellung des Afters wechselt ganz außerordentlich. Meistens liegt er vorn auf der rechten Seite, oft unmittelbar hinter dem rechten Fühler, bei andern liegt er links, noch bei andern auf der Rücken- oder Bauchfläche, bald weiter hinten, bald näher am Kopfe. Speicheldrüsen, welche in den Schlundkopf und Zungensack münden, fehlen fast keiner Schnecke, ebenso wenig die Leberorgane, welche freilich zuweilen eigenthümlich entwickelt sind, indem der Darm eine Menge oft verzweigter Blindsäcke bildet, die zugleich Leberschläuche darstellen.

Eigentliche Athemorgane fehlen nur den wenigsten Schnecken, wo dann einzelne Stellen der Haut die Function derselben übernehmen. Im übrigen sind die Athemorgane dem Aufenthalte der Thiere entsprechend entweder in der Form von Kiemen oder auch als Lungen entwickelt. Die Kiemen bestehen aus federartig gestellten oder baumartig verästelten Blättchen, welche meistens in einer eigenthümlichen Höhle des Mantels im Nacken oder an den Seiten des Körpers verborgen sind und durch einen Schlitz oder durch ein Loch die nöthige Zufuhr erhalten. Häufig ist sogar der Zugang zu der Kiemenhöhle in eine mehr oder minder lange Röhre ausgezogen, welche in einem Ausschnitt oder in einer schnabelartigen Verlängerung des Spindelrandes der Mündung gelegen ist, sodaß, wenn auch das Thier die Oeffnung der Schale vollkommen mit seinem Deckel schließt, dennoch der Zugang zu der Kiemenhöhle durch diese Röhre oder den Ausschnitt geöffnet erscheint und die Athmung unterhalten werden kann. Die Lagerung der Kiemen wechselt außerordentlich; sehr selten nur sind sie symmetrisch auf dem hintern Theil des Rückens oder im Umkreise des Körpers

unter einer Mantelfalte angebracht. Bei den meisten liegen sie unsymmetrisch bald auf der rechten, bald auf der linken Seite, wo dann ihre Lagerung zugleich diejenige des Herzens sowie des Afters und der Geschlechtsmündung bedingt.

Die Lungen, welche sich nur bei Land- und Süßwasserschnecken vorfinden, bilden einen meist auf der rechten Seite geöffneten, gewöhnlich in der Nackengegend gelegenen Sack, dessen innere Fläche mit einem äußerst zierlichen, erhabenen Netze von Lungengefäßen überzogen ist, welche sich gewöhnlich in einen einzigen Hauptvenenstamm sammeln, der sich unmittelbar in den Vorhof des am Lungensack gelegenen Herzens ergießt. Bei unsern Garten- und Weinbergsschnecken öffnet sich dieser Lungensack unter dem Mantelwulste auf der rechten Seite, wo man sehr leicht die abwechselnde Oeffnung und Schließung des Athemloches beobachten kann.

Ein Herz ist wol bei allen Schnecken vorhanden und ebenso ein geregelter Blutkreislauf, der indessen das Eigenthümliche hat, daß entweder die ganze Venenbahn oder ein großer Theil derselben durch wandungslose Kanäle ersetzt ist und daß die Eingeweidehöhle in diesen Kreis mit eingeschlossen ist. Das Blut selbst ist farblos, opalisirend und gerinnt kaum. Das Herz besteht immer aus einer einfachen, dickwandigen, lebhaft pulsirenden Kammer mit einer einfachen oder doppelten Vorkammer, die nur äußerst dünne Wände besitzt und die beide meist in einem besondern Herzbeutel an der Basis der Kieme oder des Lungensacks, und zwar bald vor, bald hinter den Athemorganen liegen. Von der Herzkammer geht unmittelbar die große Körperschlagader aus, die sich meist nach kurzem Verlaufe in zwei Aeste trennt, von welchen der eine den Kopf und dessen Theile, der andere die mehr nach hinten gelegenen Eingeweide versorgt. Die sehr zierlichen Verzweigungen dieser Aeste lassen sich bei unsern Wegschnecken auf dem meist braunen Darme sehr leicht durch ihre milchweiße Farbe erkennen. Allmählich verlieren sich die Wandungen dieser Gefäße; das Blut strömt durch die Zwischenräume der Körperorgane durch die Eingeweidehöhle und sammelt sich dann wieder in einzelne Kanäle, welche es zu den Kiemen oder den Lungen hinleiten und von da durch die Kiemenvenen dem Herzen zuführen. Ob außer diesen Zwischenräumen noch eigene Wassergefäße den Körper und namentlich den Fuß durchziehen, ist noch nicht genauer erörtert.

Neben dem Herzen und meistens in Verbindung mit ihm einerseits und dem Mastdarm andererseits liegt fast bei allen Schnecken ein eigenthümlicher Drüsensack von blätteriger Structur, welcher offenbar eine Niere ist, da die Flüssigkeit, welche er aussondert, deutlichen Gehalt an Harnsäure erkennen läßt. Bei vielen Seeschnecken namentlich ist diese Absonderungsflüssigkeit bläulich-roth gefärbt und wurde von den alten Griechen und Römern als echter Purpur zum Färben benutzt. Merkwürdig ist die auch bei den Muscheln vorkommende Communication der Niere mit dem Herzbeutel und dadurch mit dem Herzen, wodurch Wasser aus der Niere in das Blut gepumpt werden kann, welches den Herzbeutel erfüllt.

Ungeschlechtliche Zeugung oder Parthenogenese sind bisjetzt noch nicht beobachtet worden; dagegen finden sich ebenso viele Zwitter, als Typen mit getrennten Geschlechtern. Im erstern Falle sind die Geschlechtstheile so ineinander geschoben, daß zwar die Ausführungsgänge getrennt sind und deshalb auch meist gegenseitige Begattung stattfindet, die keimbereitenden Organe dagegen, Eierstock und Hoden, eine einzige Drüse, die sogenannte Zwitterdrüse bilden. Die Eier entstehen dann in der Wand der Drüsenschläuche, die Samenelemente dagegen in der Höhlung derselben, in welche dann die Eier ebenfalls durchbrechen. Die ausführenden Organe sind meist sehr complicirt durch Samenblasen, Begattungswerkzeuge mannichfacher Art und besondere Drüsen. Die Eier, die aus hüllenlosen Dotterklumpen bestehen, sind häufig in flüssigem Eiweiß und oft sehr sonderbar gestalteten einfachen oder gemeinsamen Schalen eingeschlossen. Sie wandeln sich durch gänzliche Furchung allmählich in einen wimpernden Embryo um, der sich im Eiweiß unaufhörlich umherwälzt. Als typisch kann man eine Larvenform bezeichnen, deren Körper in eine napf- oder mützenförmige Schale eingeschlossen ist, in welche sich das Thier gänzlich zurückziehen und die es mit einem auf der Rückseite des Fußes befindlichen Deckel schließen kann. Am Kopfe trägt diese Larve zwei mit großen Wimpern besetzte Segel, mittels deren sie umherschwimmt. Selbst bei den abweichenden Formen, wie unsern Landschnecken, lassen sich solche rudimentär gewordene Segel noch nachweisen. Dagegen gibt es allerdings Formen, bei welchen die Larve gänzlich verschieden und wie bei den Würmern mit Wimperreifen versehen ist.

Unterklasse der Segelschnecken (Velata).

Larven- und Jugendzustände mit deutlichem oder rudimentärem Wimpersegel und meist auch mit einer napf- oder mützenförmigen Schale.

Ordnung der Kielfüßer (Heteropoda).

Meerschnecken mit langem Körper und Kopf und kielförmigem Ruderfuß, der in der Mitte des Leibes angebracht ist.

Die Ordnung begreift nur sehr wenige schwimmende Thiere mit glasartig durchsichtigem, aber doch sehr festem und wenig contractilem Körper, die stets getrennten Geschlechts sind. Das Schwimmorgan besteht aus einer kielartig zusammengedrückten Flosse, welche in der Mittellinie auf der Bauchseite angebracht ist. Beim Schwimmen wenden die Thiere diese Flosse nach oben, während die Rückenfläche nach unten gedreht ist. Der Kopf ist deutlich, mit mehr oder minder ausgebildeten Fühlern versehen, und trägt meistens zwei große Augen und einen langen Rüssel, an dessen vorderm Ende die mit Stacheln besetzte Zunge eingerollt liegt. Die obern Ganglien des Nervenringes sind meist bedeutend entwickelt, die untern weit nach hinten geschoben und liegen in der Nähe des Eingeweideknäuels, welcher bei den meisten Gattungen sich auf dem Rücken befindet. Die kammförmigen Kiemen liegen mit dem Herzen, der Leber und den Geschlechtswerkzeugen zusammen in diesem Knäuel. Wir unterscheiden zwei Familien. Die Atlantiden, Atlantida (Oxygyrus [Atlanta] Keraudreni, Taf. 30, Fig. 31), besitzen eine schneckenartig gewundene Schale, in welche sich das Thier vollständig zurückziehen kann. Der mit Fühlern, Augen und einem kurzen Rüssel versehene Kopf sitzt auf einem verlängerten Halse, auf dessen Bauchseite der lanzettförmige, mit einem Saugnapfe versehene Schwimmlappen und noch ein zungenförmiger Fortsatz stehen, welcher letztere einen dünnen Deckel trägt, mit dem das Thier beim Zurückziehen die Schalenöffnung verschließen kann. Die Kiemen liegen im Innern der Schale verborgen. Der trichterförmige After ragt in Gestalt einer Trompete aus der Schalenöffnung hervor.

Die Familie der Kielschnecken (Firolida) ist entweder nackt, oder hat nur eine kleine, mützenförmige Schale, welche den Eingeweideknäuel einschließt. Der Körper ist lang, oft bis zum Maße eines Fußes, spindelförmig und so durchsichtig, daß man alle Einzelheiten der Organisation bei dem unverletzten Thiere verfolgen kann. Die Thiere erscheinen schon in dem Mittelmeere zuweilen in großen Schwärmen an der Oberfläche des Meeres, doch ist ihre Schale ihrer großen Zerbrechlichkeit wegen nur selten unverletzt zu erhalten.

Die den nackten Kielschnecken angehörige Art, die wir abbilden, ist in der Stellung (Firola [Pterotrachea] coronata, Taf. 30, Fig. 32) gezeichnet, in welcher das Thier schwimmt, mit der Brustflosse, die einen Saugnapf in der Mitte trägt, nach oben. Der Rüssel ist sehr lang und im rechten Winkel gegen den Kopf gebogen. Auf der Spitze des Winkels sitzen die hoch organisirten und beweglichen Augen.

Ordnung der Plattfüßer (Platypoda).

Kopf mit Fühlern und Augen versehen; breiter Kriechfuß auf der Bauchfläche. Eigentliche Schnecken.

Unterordnung der Lungenschnecken (Pulmonata).

Zwitterschnecken mit einem auf der rechten Seite sich öffnenden Athemsacke (Lunge), welche das Land oder das süße Wasser bewohnen. Rudimentäre oder ganz fehlende Wimpersegel des Jugendzustandes, keine eigentlichen Larven.

Die Lungenhöhle liegt meist in dem Nacken des Thiers in einer ähnlichen Kammer wie die Kiemen, und öffnet sich gewöhnlich gemeinschaftlich mit dem After und den Geschlechtswerkzeugen auf der rechten Seite. Alle Lungenschnecken sind Zwitter. Fast alle haben eine Schale, die indeß bei manchen nur als ein dünnes Plättchen vorhanden ist, welches in dem Mantel selbst verborgen liegt, während die meisten sich vollständig in die Schale zurückziehen und einige selbst dieselbe mit einem Deckel verschließen können. Mit diesem Unterschiede sowie mit dem Baue der Geschlechtstheile hängen auch wesentliche Verschiedenheiten in dem Baue der Mundtheile zusammen, die gewöhnlich nur mit einem hornigen, stark gerippten Oberkiefer und einer nur kleinen Zunge bewaffnet sind.

Die Entwickelung der Lungenschnecken im Ei weicht in manchen Punkten sehr von derjenigen der Kiemenschnecken ab. Die Wimpern, welche bei diesen hauptsächlich nur an der Stelle der Kopfsegel erscheinen und dort eine so außerordentliche Länge erhalten, breiten sich hier im Anfange über den ganzen Embryo aus, und wenn sie gleich in der Stirngegend sich am kräftigsten entwickeln und so gewissermaßen einen Ersatz für die Segel bilden, so werden sie doch niemals bedeutend genug, um jene Bildung von Schwimmsegeln, wie sie bei den Kiemenschnecken vorkommt, veranschaulichen zu können. Im übrigen hat die Bildung der innern Theile viel Aehnlichkeit mit derjenigen der Kiemenschnecken, indem auch hier der Dotter sich gewissermaßen in zwei Theile theilt, von welchen der vordere den Kopf, die Sinnesorgane und den Fuß, der hintere die übrigen Eingeweide in sich entwickelt. Die Schale bildet sich sehr bald, ist anfangs napfförmig, bekommt aber dann allmählich die Windungen, welche ihr eigenthümlich sind. Eine besondere Larvenperiode machen demnach unsere Lungenschnecken nicht durch; sie verlassen das Ei in einer Gestalt, welche vollkommen derjenigen des Mutterthiers entspricht.

Eine auffallende Ausnahme von allen übrigen Weichthieren machen unsere nackten Wegschnecken. Auch hier bilden sich anfangs die beiden gegenüberstehenden Theile des Körpers aus, allein zwischen beiden bleibt ein mit großen Zellen besetzter Raum des Dotters übrig, welcher bei fortschreitender Entwickelung zu einer hellen Blase wird, die im Nacken liegt und sich durch ihre lebhaften Zusammenziehungen auszeichnet. An dem Hinterende des Leibes bildet sich zu gleicher Zeit eine andere, sehr durchsichtige Blase aus, welche ebenfalls lebhafte Zusammenziehungen macht und mit der vordern Nackenblase in Wechselwirkung steht. Diese beiden Blasen pulsiren nun abwechselnd und regelmäßig, so daß beständig die Flüssigkeit der Leibeshöhle hin und her, aus einer Blase in die andere getrieben wird. Sobald das Herz entsteht, nehmen diese beiden Blasen an Wirksamkeit ab, schrumpfen ein und verschwinden endlich spurlos.

Alle Lungenschnecken leben entweder in süßem Wasser oder auf dem Lande, und zwar meistens in feuchten Orten und Schlupfwinkeln, die sie nur bei Nacht oder bei nassem Wetter verlassen. Alle sind Pflanzenfresser und manche von ihnen durch ihre Menge und Gefräßigkeit sehr unangenehme Gäste in unsern Gärten und Feldern.

Unter den vielen, meist ausländischen Familien, welche in dieser Ordnung vorkommen, erwähnen wir besonders drei inländische:

Familie der Spitzhornschnecken (Lymneaida). Ihre Gehäuse sind bald thurmförmig, bald nur in einer Ebene gewunden, meist ziemlich dünn und zerbrechlich und von horniger Beschaffenheit. Sie haben nur zwei Fühler, die bald dreieckig breit, bald lang, spitz und dünn sind und an deren Grunde an dem innern Rande die Augen sitzen. Sie leben stets im Wasser, an dessen Oberfläche sie meist herumschwimmen und dabei mittels des aufgesperrten Athemlochs Luft schöpfen. Doch können sie wahrscheinlich auch unmittelbar aus dem Wasser die ihnen nöthige Luft beziehen, was aus dem Umstande geschlossen werden kann, daß man in den größten Tiefen der Süßwasserseen (Genfersee) Spitzhornschnecken findet, die gewiß nicht an die Oberfläche kommen können, um Luft zu schöpfen.

Die Schnirkelschnecken (Helicida) bilden eine überaus zahlreiche Familie von Landschnecken, als deren Typus unsere gewöhnlichen Weinbergschnecken oder Baumschnecken dienen können. Die Thiere dieser Familie haben vier Fühler, von welchen die kleinern oft ziemlich rudimentären neben am Munde, die größern, welche an ihrer Spitze die Augen tragen, vorn am Kopfe stehen. Die Gehäuse, welche diese Thiere umschließen, sind sehr verschiedener Gestalt, bald nur dünn und durchsichtig, bald ziemlich dick und schwer und mit schönen Farben geziert. Bei der einen Gattung sind sie fast in einer Ebene gewunden, bei einer andern sehr lang und spitz, fast von der Gestalt eines Pfriemen. Bei manchen sind die Ränder der Oeffnung scharf geschieden, bei andern ist ein vollständiger Mundsaum vorhanden; hier ist die Mündung glatt, dort Lippenrand oder Spindelrand oder auch beide zugleich mit vorspringenden Leisten versehen. Die überaus zahlreichen Gattungen und Arten, welche in allen Zonen vorkommen, lassen sich oft nur sehr schwierig unterscheiden. Die hier abgebildete Art (Schnirkelschnecke, Helix aspersa, Taf. 30, Fig. 31) wird in dem südlichen Europa allen andern als Fastenspeise vorgezogen.

Die Wegschnecken (Limacida) sind entweder vollkommen nackt oder haben nur ein kleines unbedeutendes Schälchen, welches entweder in dem Mantel selbst verborgen ist oder wie ein kleines Schildchen an dem Hinterende des Körpers aufsitzt. Der ganze Rücken oder nur der vordere Theil desselben, wo die Lungenhöhle und die Afteröffnung liegen, ist mit einem fleischigen Schilde bedeckt. Das Thier hat vier Fühler, die ganz wie diejenigen der vorhergehenden Familie gestaltet sind. Bei den mit einer äußern Schale versehenen Gattungen liegen After und Lungenhöhle unter dieser Schale am hintern Ende des Körpers. Die abgebildete Art (Ackerschnecke, Limax agrestis, Taf. 30, Fig. 34) ist die Verwüsterin der Felder und Gärten in nassen Jahren.

Unterordnung der Kiemenschnecken (Branchiata).

Fast allgemein Kiemen; nur bei einigen nackten Meerschnecken keine differenzirten Athemorgane. Junge mit Wimpersegeln und Larvenschale. Mit geringen Ausnahmen Meerbewohner. Bald Zwitter, bald eingeschlechtig.

Die außerordentlich zahlreiche Unterordnung zeichnet sich außer der Structur ihrer Athemorgane auch noch ganz besonders durch die Entwickelung ihrer Jungen aus. Alle, ohne Ausnahme, durchlaufen nämlich einen Larvenzustand, während dessen sie durch bewimperte Kopflappen zum Schwimmen befähigt sind. Nachdem die Furchung des Dotters vorüber ist, entwickeln sich zwei Schichten verschiedener Zellen an demselben, von denen die äußere, hellere den Mantel, die Haut und den Kopf, die innere, dunklere die Eingeweide bildet. Der ganze neugebildete Embryo gleicht nach der Ausbildung dieser Schichten einem Kuchen, an dessen einer Hälfte sich Flimmerhaare von mehr oder minder bedeutender Länge entwickeln. Der Embryo, dessen Flimmerhaare anfangs in beständiger Bewegung sind und eine stete Drehung um die Achse bewirken, zeigt sich nun aus zwei Regionen zusammengesetzt; einem hintern kugelförmigen Theile, der bald von einer äußerst zarten Schale in Gestalt eines Napfes umschlossen wird, und aus einem vordern Theil, auf dessen Rückenfläche die Flimmerhaare, auf der Bauchfläche hingegen ein zungenförmiger Fortsatz sich befindet, der sich allmählich zum Fuße ausbildet, während man zugleich im Innern dunklere Zellenhaufen wahrnimmt, welche die Entwickelung des Darms und der Leber vorbereiten. Bei fortschreitender Entwickelung des jungen Thiers bilden sich alle so angelegten Organe nach und nach aus. Die Stelle im Nacken, wo die Flimmerhaare sich befinden, wächst zu zwei häutigen Segeln aus, die meist mit außerordentlich langen Wimperhaaren besetzt sind, nach Willkür ein- und ausgestülpt werden können und ein sehr wirksames Schwimmorgan für die freigewordenen Thierchen bilden. Die Schale wird mützenartig und so groß, daß das ganze Thier sich in sie zurückziehen und mit einem an der Hinterfläche des Fußes angebrachten Deckel die Oeffnung derselben schließen kann. Von den innern Organen sieht man zuerst die Gehörorgane mit den in ihnen befindlichen Gehörsteinen erscheinen, dann den gewundenen Darmkanal, dessen Mundöffnung sich zwischen den Wimpersegeln befindet, während der After auf der rechten Seite in der Nackengegend sich zeigt. Erst lange nach den Gehörorganen erscheinen die Augen, und zuletzt von allen innern Organen das Herz, sodaß bei fast allen diesen Schnecken die ganze embryonale Entwickelung ohne Dazwischenkunft eines Herzens, also eines Blutlaufs, zu Stande kommt. Indessen fehlt auch bei den Embryonen ein Umtreiben der die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit nicht. Es blähen sich nämlich abwechselnd der Fuß und die Nackengegend auf und ziehen sich wieder zusammen, sodaß auf diese Weise ein unregelmäßiges Wogen der Flüssigkeit von vorn nach hinten und umgekehrt stattfindet. Die ausgebildete Larve ist ein äußerst lebhaftes, kleines Thierchen, welches mit großer Schnelligkeit mittels seiner Wimpersegel umherschwimmt und meistens auch in diesem Zustande die Kapseln oder Eischläuche durchbricht, in welchen die Eier sich befanden. Zuweilen (Paludina) geschieht dies Durchbrechen schon im Eileiter der Mutter, sodaß die Schnecke lebendige Junge gebiert. Haben sich diese einige Zeit im freien Wasser umhergetummelt, so beginnt die Rückbildung der Schwimmorgane. Diejenigen Schnecken, welche im spätern Alter nackt sind, werfen die Schale ab, während bei den andern sie sich nach und nach zu ihrer bleibenden Form gestaltet. Hinter den Segeln, welche allmählich einschrumpfen und endlich vollständig verloren gehen, sprossen die Fühler hervor und der Fuß entwickelt sich mehr und mehr als einziges Bewegungsorgan. Aus einem lebhaften Schwimmer ist eine langsam kriechende Schnecke geworden. Die Größe und Ausbildung der Wimpersegel, die Gestalt und das Verhältniß der Schale bilden die wesentlichsten Unterschiede zwischen den Embryonen jener Thiere, welche im erwachsenen Alter so außerordentlich verschieden sind.

Nach der Lage der Athemorgane, hauptsächlich im Verhältniß zum Herzen, unterscheiden wir zwei größere Gruppen.

Gruppe der Halskiemer (Prosobranchia).

Alle diese Thiere haben im erwachsenen Zustande eine meist gerollte Schale, in welche sie sich vollständig zurückziehen können. Der Mantel bildet an der vordern Hälfte des Körpers im Nacken einen weiten Umschlag, unter dessen Wulst der Kopf zurückgezogen werden kann. In dieser Kammer des Mantels liegen die kammförmigen Kiemen sowie die Geschlechts- und Afteröffnung. Das Blut, welches aus den Athemorganen kommt, strömt nach hinten zu gegen das Herz hin, dessen Vorkammer nach vorn liegt. Alle Individuen sind getrennten Geschlechts und die Ruthe liegt bei den Männchen meist auf der rechten Seite, zurückgeschlagen in einer Falte des Mantels. Die meisten Familien dieser überaus zahlreichen Gruppe leben im Meere und sind durch dicke und feste Schalen ausgezeichnet.

Bei der außerordentlich großen Mannichfaltigkeit der Bildung, die sich zeigt, hat man nach verschiedenen Charakteren zur Klassifikation gesucht. Hinsichtlich der Schalen drängt sich zuerst ein Unterschied auf, welcher von Bedeutung scheint. Die einen haben einen Ausschnitt, oder selbst einen Kanal (unter den abgebildeten die Flügelschnecken, Cerithien, Kegelschnecken); bei den andern ist der Mundrand der Schale ganz und vollständig (Nabelschnecke, Schüsselschnecke). Es hängt dies, wie schon bemerkt, mit der Organisation der Athemorgane zusammen; der Charakter erscheint aber deshalb wichtig, weil die ältesten Schnecken der Erdgeschichte in den Uebergangsgebilden alle nur ganzrandige Mündungen der Schalen zeigen und die Ausschnitte erst später auftreten. Sodann hat man auf die Stellung der Kiemen Rücksicht genommen und danach unterschieden: Kreiskiemer (Cyclobranchia), bei welchen die Kiemen rund um den Körper herum

unter einer Mantelfalte angebracht sind (Schüsselschnecken); Schildkiemer (Aspidobranchia), mit zwei Blattkiemen, die zuweilen verschmelzen und vorn im Nacken in einer Athemhöhle liegen — es gehören dazu die Spaltschnecken (Fissurellida), Seeohren (Haliotida); Kreiselschnecken (Trochida) und Mondschnecken (Neritida) — und endlich Kammkiemer (Ctenobranchia), wo zwei ungleich entwickelte Kiemen in der linkerseits entwickelten Athemhöhle liegen. Endlich hat man auch die Organisation der Zunge vorwiegend in Betracht gezogen. So hat man die Kreiskiemer zugleich als Plattenzüngler (Docoglossa) bezeichnet, indem die Zunge mit balkenartigen, zahntragenden Hornplatten bewaffnet ist; die Schildkiemer als Fächerzüngler (Rhipidoglossa); ihre Zunge ist höchst complicirt gebaut, die Querreihen der Bezahnung von Mittel-, Zwischen- und Seitenplatten gebaut, welche letztere fächerartig gestellt und nach oben als Haken umgebogen sind. Unter den Kammkiemern hat man unterschieden: Federzüngler (Pteroglossa), Zunge ohne Mittelplatten, mit zahlreichen kleinen Haken; hierher gehören die Wendeltreppen (Scalarida), die Sonnenkreisel (Solarida) und die Quallenboote (Janthinida), die mittels eines vom Fuße ausgehenden schwammigen Floßes auf dem Meere schwimmen; Bandzüngler (Taenioglossa), mit sieben gezähnten Platten in jeder Querreihe der langen Zunge, die meist in einem Rüssel angebracht ist. Fast alle sind fleischfressende Meerschnecken. Es gehören dahin die Nabelschnecken (Naticida); Mützenschnecken (Capulida); Thurmschnecken (Turritellida); Hornschnecken (Cerithida); Tritonshörner (Tritonida); Helmschnecken (Cassida); von welchen einige Arten Schwefelsäure als ätzende Absonderung ihrer Speicheldrüsen liefern, Flügelschnecken, Strombida, und endlich die schönen Porzellanschnecken (Cypraeida), welche die seitlichen Lappen des Fußes über die engmündige Schale schlagen und dieser so ihre Glätte bewahren. Zu dieser Gruppe gehören noch Familien, welche den Uebergang zu den Lungenschnecken machen, indem bei den Jungen die Segel und bei den Erwachsenen die Kiemen allmählich rückgebildet und gegen Lungen vertauscht werden. Diese Uebergangsfamilien sind die Strandschnecken (Littorinida), besonders gern im Brakwasser; die Flußkiemenschnecken (Paludinida) — beide Familien haben nur Kiemen); die Faustschnecken (Ampullarida), mit Kiemen und Lungen zugleich in den süßen Wässern südlicher Länder; die Thürschnecken (Cyclostomida), nur mit Lungen, überall an feuchten Orten auf dem Lande. Unter den echten Kammkiemern unterscheidet man dann noch die Schmalzüngler (Rhachiglossa). Das Thier besitzt einen langen vorstreckbaren Rüssel, der mit kleinen seitlichen Kiefern und einer schmalen Zunge bewaffnet ist, auf der höchstens drei Längsreihen von Platten stehen, deren Mittelplatte breit und mit scharfen Zähnen bewaffnet ist. Sie bohren mittels dieses Rüssels meist andere Schalthiere an, die sie aussaugen, und einige Gattungen sind sogar gefürchtet wegen der giftigen Wunden, die sie damit versetzen sollen. Außerdem haben diese Thiere stets eine Athemröhre und meist nur zwei runde Fühler, an deren Außenrande bald näher an der Basis, bald gegen die Mitte zu die Augen stehen. Hierher gehören die Faltenschnecken (Volutida), Eischnecken (Olivida), Kinkhörner (Buccinida), Felsenschnecken (Muricida). Endlich die Pfeilzüngler (Toxoglossa), deren Rüssel pfeilartige Spitzen trägt, die vorgeschnellt werden. Wir erwähnen hier nur diejenigen Familien näher, von welchen Abbildungen gegeben sind.

Familie der Kegelschnecken (Conida) (Kegelschnecke, Conus textilis, Taf. 30, Fig. 37), zu den Pfeilzünglern gehörig. Das Gehäuse ist kegelförmig, das regelmäßig gerollte Gewinde an dem dickern Ende des Kegels sichtbar; die Oeffnung spaltförmig, nach unten hin etwas erweitert und meist an der Spindel etwas ausgeschnitten für den Durchtritt der langen Athemröhre; der Lippenrand der Schale ist gerade, dünn und scharf und so wie der Spindelrand ohne alle Zähne oder Faltungen. Das Thier hat einen breiten Fuß, einen stumpfen Rüssel, der mit zwei Reihen langer, hohler, zuweilen widerhakiger Zähne bewaffnet ist und womit es empfindlich stechen kann. Einige Kegelschnecken stehen der Wunden wegen, welche sie mit diesem Rüssel versetzen, sogar im Verdachte der Giftigkeit. Sie kommen hauptsächlich in südlichen Meeren vor und bildeten früher bei Sammlern einen ähnlichen Gegenstand der Liebhaberei wie die Tulpen, sodaß für eine einzige seltene und schön gefärbte Schale zuweilen selbst Tausende von Gulden bezahlt wurden.

Die Flügelschnecken (Strombida) (Flügelschnecke mit dem Thier, Strombus gigas, Fig. 35) zeichnen sich auf den ersten Blick durch ihr starkes längliches Gehäuse aus, dessen Gewinde ziemlich spitz ist und nach unten an dem Spiralrande in einen kurzen gebogenen Kanal für die Athemröhre ausläuft. Der Lippenrand der Mündung zeigt vorn eine bedeutende Bucht, in welcher der Kopf liegt, und ist dann flügelartig ausgebreitet, sodaß die Mundöffnung der Schale ungeheuer groß erscheint, während sie, abgesehen von dieser flügelartigen Ausbreitung, doch nur eine schmale Spalte bildet. Das Thier, welches diese Schalen bewohnt, hat eine sehr bizarre Gestalt. Der Rüssel ist sehr groß und dick, geringelt und weit vorstreckbar, er füllt besonders die erwähnte Bucht des Lippenrandes aus. Die Zunge stellt sie zu den Bandzünglern. Die Fühler sind nur klein, die Stiele dagegen, welche die Augen tragen, ungemein groß und stark, und neben denselben ein eigenthümlicher zungenförmiger Fortsatz des Fußes angebracht, welcher den schmalen, spitzen, hornigen Deckel trägt, der zur Schließung der Schale bestimmt ist. Sie kommen hauptsächlich in südlichen Oceanen vor und finden sich in den ältern Schichten ziemlich zahlreich. Die Gattungen unterscheidet man hauptsächlich nach der Gestalt des Lippenrandes, der bei einigen ganzrandig ist, bei andern die sonderbarsten fingerförmigen Fortsätze trägt. Die Schale der hier abgebildeten, im Meere der Antillen häufigen Art dient besonders zur Anfertigung von Cameen.

Zu den Bandzünglern gehören ebenfalls die Hornschnecken (Cerithida) (Cerithium hexagonum, Fig. 36). Sie haben ein sehr in die Länge gezogenes, thurmförmiges Gehäuse, dessen Lippenrand breit ausgezogen ist, während an dem schwielig verdickten Spindelrande ein kurzer Ausschnitt zur Aufnahme einer kleinen Athemröhre sich findet. Der Rüssel des Thieres, an welchem nur rudimentäre Kiefer angebracht sind, ist ziemlich lang, die Fühler dünn und meist stehen die Augen etwa in der Mitte ihres Außenrandes, zuweilen an einem seitlichen Anhange. Die Kiemen sind ziemlich groß und in doppelte Reihen gestellt. Sie kommen besonders in den Tertiärgebilden häufig versteinert vor.

Die Nabelschnecken (Naticida) (Nabelschnecke, Natica lineata, Fig. 38), von denen wir ein Gehäuse abbilden, bohren mit ihrem langen Rüssel zweiklappige Muscheln (z. B. Austern) an und saugen sie aus.

Schüsselschnecken (Patellida) (Schüsselschnecke, Patella algira, Fig. 39). Die abgebildete Art ist von unten gesehen und zeigt in der Mitte den breiten Fuß,

egschnecken (Limacida) sind entweder voll-
nackt oder haben nur ein kleines unbedeuten-
chen, welches entweder in dem Mantel selbst
ist oder wie ein kleines Schildchen an dem
e des Körpers aufsitzt. Der ganze Rücken
der vordere Theil desselben, wo die Lungen-
d die Afteröffnung liegen, ist mit einem
Schilde bedeckt. Das Thier hat vier Fühler,
wie diejenigen der vorhergehenden Familie
ind. Bei den mit einer äußern Schale ver-
attungen liegen After und Lungenhöhle unter
ale am hintern Ende des Körpers. Die ab-
Art (Ackerschnecke, Limax agrestis, Taf. 30,
ist die Verwüsterin der Felder und Gärten
Jahren.

terordnung der Kiemenschnecken
(Branchiata).

llgemein Kiemen; nur bei einigen
Meerschnecken keine differenzirten
rgane. Junge mit Wimpersegeln
venschale. Mit geringen Ausnahmen
ohner. Bald Zwitter, bald einge-
g.

ßerordentlich zahlreiche Unterordnung zeichnet
: der Structur ihrer Athemorgane auch noch
nders durch die Entwickelung ihrer Jungen
le, ohne Ausnahme, durchlaufen nämlich einen
tand, während dessen sie durch bewimperte
n zum Schwimmen befähigt sind. Nachdem
ung des Dotters vorüber ist, entwickeln sich
chten verschiedener Zellen an demselben, von
äußere, hellere den Mantel, die Haut und
, die innere, dunklere die Eingeweide bildet.
e neugebildete Embryo gleicht nach der Aus-
dieser Schichten einem Kuchen, an dessen einer
h Flimmerhaare von mehr oder minder be-
Länge entwickeln. Der Embryo, dessen
aare anfangs in beständiger Bewegung sind
stete Drehung um die Achse bewirken, zeigt
aus zwei Regionen zusammengesetzt; einem
ugelförmigen Theile, der bald von einer
arten Schale in Gestalt eines Napfes um-
wird, und aus einem vordern Theil, auf
ckenfläche die Flimmerhaare, auf der Bauch-
gegen ein zungenförmiger Fortsatz sich be-
r sich allmählich zum Fuße ausbildet, während
leich im Innern dunklere Zellenhaufen wahr-
welche die Entwickelung des Darms und der
rbereiten. Bei fortschreitender Entwickelung
en Thiers bilden sich alle so angelegten Or-
h und nach aus. Die Stelle im Nacken, wo
nerhaare sich befinden, wächst zu zwei häutigen
us, die meist mit außerordentlich langen Wim-
n besetzt sind, nach Willkür ein- und ausge-
rden können und ein sehr wirksames Schwimm-
r die freigewordenen Thierchen bilden. Die
wird mützenartig und so groß, daß das ganze
h in sie zurückziehen und mit einem an der
che des Fußes angebrachten Deckel die Oeff-
rselben schließen kann. Von den innern Or-
eht man zuerst die Gehörorgane mit den in
findlichen Gehörsteinen erscheinen, dann den
nen Darmkanal, dessen Mundöffnung sich
den Wimpersegeln befindet, während der
uf der rechten Seite in der Nackengegend sich
Erst lange nach den Gehörorganen erscheinen
en, und zuletzt von allen innern Organen das
odaß bei fast allen diesen Schnecken die ganze
embryonale Entwickelung ohne Dazwischenkunft eines Herzens, also eines Blutlaufs, zu Stande kommt. Indessen fehlt auch bei den Embryonen ein Umtreiben der die Leibeshöhle erfüllenden Flüssigkeit nicht. Es blähen sich nämlich abwechselnd der Fuß und die Nackengegend auf und ziehen sich wieder zusammen, sodaß auf diese Weise ein unregelmäßiges Wogen der Flüssigkeit von vorn nach hinten und umgekehrt stattfindet. Die ausgebildete Larve ist ein äußerst lebhaftes, kleines Thierchen, welches mit großer Schnelligkeit mittels seiner Wimpersegel umherschwimmt und meistens auch in diesem Zustande die Kapseln oder Eischläuche durchbricht, in welchen die Eier sich befanden. Zuweilen (Paludina) geschieht dies Durchbrechen schon im Eileiter der Mutter, sodaß die Schnecke lebendige Junge gebiert. Haben sich diese einige Zeit im freien Wasser umhergetummelt, so beginnt die Rückbildung der Schwimmorgane. Diejenigen Schnecken, welche im spätern Alter nackt sind, werfen die Schale ab, während bei den andern sie sich nach und nach zu ihrer bleibenden Form gestaltet. Hinter den Segeln, welche allmählich einschrumpfen und endlich vollständig verloren gehen, sprossen die Fühler hervor und der Fuß entwickelt sich mehr und mehr als einziges Bewegungsorgan. Aus einem lebhaften Schwimmer ist eine langsam kriechende Schnecke geworden. Die Größe und Ausbildung der Wimpersegel, die Gestalt und das Verhältniß der Schale bilden die wesentlichsten Unterschiede zwischen den Embryonen jener Thiere, welche im erwachsenen Alter so außerordentlich verschieden sind.

Nach der Lage der Athemorgane, hauptsächlich im Verhältniß zum Herzen, unterscheiden wir zwei größere Gruppen.

Gruppe der Halskiemer (Prosobranchia).

Alle diese Thiere haben im erwachsenen Zustande eine meist gerollte Schale, in welche sie sich vollständig zurückziehen können. Der Mantel bildet an der vordern Hälfte des Körpers im Nacken einen weiten Umschlag, unter dessen Wulst der Kopf zurückgezogen werden kann. In dieser Kammer des Mantels liegen die kammförmigen Kiemen sowie die Geschlechts- und Afteröffnung. Das Blut, welches aus den Athemorganen kommt, strömt nach hinten zu gegen das Herz hin, dessen Vorkammer nach vorn liegt. Alle Individuen sind getrennten Geschlechts und die Ruthe liegt bei den Männchen meist auf der rechten Seite, zurückgeschlagen in einer Falte des Mantels. Die meisten Familien dieser überaus zahlreichen Gruppe leben im Meere und sind durch dicke und feste Schalen ausgezeichnet.

Bei der außerordentlich großen Mannichfaltigkeit der Bildung, die sich zeigt, hat man nach verschiedenen Charakteren zur Klassifikation gesucht. Hinsichtlich der Schalen drängt sich zuerst ein Unterschied auf, welcher von Bedeutung scheint. Die einen haben einen Ausschnitt, oder selbst einen Kanal (unter den abgebildeten die Flügelschnecken, Cerithien, Kegelschnecken); bei den andern ist der Mundrand der Schale ganz und vollständig (Nabelschnecke, Schüsselschnecke). Es hängt dies, wie schon bemerkt, mit der Organisation der Athemorgane zusammen; der Charakter erscheint aber deshalb wichtig, weil die ältesten Schnecken der Erdgeschichte in den Uebergangsgebilden alle nur ganzrandige Mündungen der Schalen zeigen und die Ausschnitte erst später auftreten. Sodann hat man auf die Stellung der Kiemen Rücksicht genommen und danach unterschieden: Kreiskiemer (Cyclobranchia), bei welchen die Kiemen rund um den Körper herum

den nur selten durch Verschlagen in der Nähe des Strandes angetroffen. Sie sind alle Nachtthiere, heben sich erst mit der Dämmerung aus der Tiefe des Meeres in zahllosen Schwärmen herauf und sinken mit dem Morgenlichte wieder hinab. Tagsüber trifft man keine Spur von ihnen, und manche Arten kommen nur in ganz finstern Nächten an die Oberfläche. Die Schwimmlappen sind auch bei ruhigem Schweben in steter schwingender Bewegung, ähnlich den Flügeln eines Schmetterlings; bei der geringsten Gefahr, die sie merken, ziehen sie die Ruderlappen ein und sinken in die dunkle Tiefe hinab. Die meisten von ihnen besitzen eine sehr dünne, oft nur hornige Schale von sehr wechselnder Gestalt, die den ganzen Körper des Thiers umschließt und nur den Mund mit den Schwimmflossen hervortreten läßt. Einige dieser Thiere sind ganz nackt und dann von einer festern Haut umgeben.

In allen Körperorganen ohne Ausnahme zeigt sich der niedere Stand der Organisation dieser Thiere. Den meisten fehlt ein eigentlicher Kopf und damit auch Fühler und Augen; bei andern sind zwei oder selbst vier kurze Fühler ausgebildet. Bei dem Schlundringe sind die obern Ganglien meist durch einen einfachen Verbindungsfaden ersetzt, während nur die untern Schlundganglien entwickelt sind. Nur zwei Gattungen besitzen Augen, den übrigen fehlen sie, während die Gehörorgane ziemlich allgemein entwickelt sind. Der Mund ist meist unbewaffnet, höchstens von kurzen Fortsätzen umstellt, welche zuweilen Saugnäpfe tragen. Er führt in einen muskulösen Schlundkopf, in welchem eine stachelige, mit rückwärts gewendeten Hakenzähnen besetzte Zunge sich findet. Die Afteröffnung des gewundenen Darmkanals befindet sich meist auf der rechten Seite, zuweilen aber auch auf der Bauchseite in der Mittellinie oder etwas mehr nach links angebracht. Die Leber ist aus einzelnen Schläuchen zusammengesetzt, welche unmittelbar in den Darm münden. Das Herz scheint nur unvollständig entwickelt, indem es meist nur aus einer Kammer ohne Vorkammer besteht; jedenfalls ist der Blutkreislauf nur sehr unvollkommen und das Venensystem gänzlich durch Lacunen ersetzt. Athemorgane fehlen bei einigen Gattungen ganz, während andere eine geräumige Mantelhöhle haben, in welcher eine fächerartige Kieme verborgen liegt.

Die Niere ist stets wohlausgebildet und einestheils mit dem Blutraume, welcher das Herz umgibt, in Verbindung, andererseits durch eine stark wimpernde Oeffnung nach außen oder in den Mantelraum geöffnet. Alle sind Zwitter; doch sind Hoden und Eierstöcke zuweilen getrennt und nicht immer zu einer Zwitterdrüse verbunden. Geschlechtsöffnung und Copulationsorgan liegen rechts in der Nähe des Afters. Die Eier werden in langen, oft spiralig gedrehten Schnüren von Eiweiß umhüllt im Meere abgesetzt und schwimmend angetroffen. Alle entwickeln sich anfangs nach dem Typus der Meerschnecken mit Segel und Schale; erst später tritt bei einigen eine Aenderung ein. Hiernach sowie nach dem Vorhandensein einer Schale kann man zwei Unterordnungen unterscheiden.

Unterordnung der Schalenträger (Thecasomata).

Der Körper in einer Schale, die von einem Mantel ausgekleidet ist.

Wir geben als Beispiel dieser Unterordnung eine Art (Hyalea tridentata, Taf. 31, Fig. 3) vergrößert. Die Schalen bestehen bei dieser Unterordnung bald aus glasartig durchsichtiger und spröder Masse (Hyalida), bald aus halbweicher, dicker Knorpelmasse (Cymbulida), bald sind sie spiralig gedreht, wie Schneckenschalen mit spiralem Deckel (Limacinida). Die Flossen sind unter dem Munde, der zwischen ihnen angebracht ist, verwachsen, der Kopf nur sehr undeutlich abgesetzt; in der Mantelhöhle finden sich bald Kiemen (Hyalida), bald keine (Cymbulida); erstere können die Flossen in die Schale zurückziehen, letztere nicht. Die Larven sind denen der Fadenschnecken sehr ähnlich; die embryonale Schalenform wird meist abgeworfen, um eine neue zu bilden.

Unterordnung der Nacktkörper (Gymnosomata).

Weder Schale noch Mantel.

Als Beispiel dieser Unterordnung dient die Walschnecke (Clio borealis, Taf. 31, Fig. 4). Die durchscheinenden blaugefärbten Thiere schwärmen in Millionen im Nordmeere und sind die gewöhnliche Speise der Walfische, die sie tonnenweise hinabschlürfen.

Der Kopf ist bei diesen Thieren deutlich getrennt, die Flossen hinter demselben angebracht, nicht zusammenfließend. Bei den Walschnecken (Clionida), zu denen die abgebildete Art gehört, finden sich keine Kiemen, aber meist Fühler; bei der andern Familie der Hautathmer (Pneumodermonida) äußerliche Kiemen und meist zwei mit Saugnäpfen besetzte Arme am Kopfe. Die Thiere durchlaufen nach Abwerfung der embryonalen Schale und der Segel ein zweites Larvenstadium, in welchem sie Wimperreifen um den Körper besitzen, ähnlich den Larven der Würmer; bei manchen bleiben noch später im reifen Alter Spuren dieser Wimperreifen bestehen.

Unterklasse der Wimperschnecken (Ciliophora).

Larvenzustände nur mit Wimperreifen, ohne Segel. Erwachsene Thiere ohne Augen.

Wir vereinigen in dieser Unterklasse zwei wenig zahlreiche, aber sehr abweichende Typen, die Ordnungen und zugleich Familien vorstellen, nämlich einerseits die Käferschnecken (Chitonida), die sich mehr den eigentlichen Plattfüßern annähern, und andererseits die Zahnschnecken (Dentalida), welche den Uebergang zu den Muscheln machen. In der übrigen Organisation, Bildung der Schale u. s. w. sehr verschieden, zeigen doch beide insofern eine gemeinsame Bildung, als das Nervensystem auf einer sehr niedern Stufe der Bildung steht, die Augen ganz fehlen, die Fühler nur in der Weise der Würmer bei den einen entwickelt sind, und daß aus dem Ei direct Larvenformen entstehen, welche mehrere Wimperreifen um den Körper besitzen und ganz in der Weise der Würmer gebildet sind. Jede Spur von Segeln fehlt durchaus bei diesen Larven.

Ordnung der Familie der Käferschnecken (Chitonida). Diese Thiere sind von ovaler, zuweilen etwas länglicher, plattgedrückter Gestalt und zeigen auf der Unterseite einen ovalen Fuß, zwischen welchem und dem Mantelrande, der den Fuß weit überragt, blattartige Kiemen liegen. Auf dem Rücken des Mantels sind acht kalkige Schuppenstücke eingefügt, welche entweder dachziegelförmig übereinanderliegen oder auch so weit voneinander entfernt sind, daß sie nicht einmal sich berühren. Der Mantel ist sonst mit Stacheln, Haaren, Borstenbüscheln oder kleinen Schüppchen meist über und über bedeckt, eine Bekleidung, welche bei keiner andern Schnecke vorkommt und der der Seeraupen

von der Kieme, vorn den Kopf mit den Fühlern. ſelförmige Schale hat die Geſtalt eines flachen on deſſen Spitze meiſt ſtrahlige Leiſten nach rablaufen. Die innere Höhlung dieſes Kegels ohne vorſpringende Leiſten und Falten. Das lt dieſe Höhlung faſt ganz aus und ſaugt ſich breiten, kreisförmigen Fuße ſo feſt an, daß le wie ein Schröpfkopf auf dem Felſen auf- r Kopf iſt rüſſelförmig vorgezogen, mit zwei ſinnen Fühlern beſetzt, an deren Grund die ehen. Die ſtachelige Zunge iſt meiſt länger körper und liegt oft mehrfach gewunden in shöhle. Die blattartigen Kiemen finden ſich : um den Körper in der rinnenartigen Ver- wiſchen dem Fußrande und dem Mantel. Sie ig in allen Meeren und dienen beſonders der Klaſſe der Bevölkerung zur Nahrung. Die ßen äußerſt feſt an den Felſen und manche hlen ſich ſogar ihren Sitzplatz aus.

der Rückenkiemer (Opisthobranchia).

Blut ſtrömt von den auf dem Rücken gelege- ien her gegen das Herz zu, und die Vor- befindet ſich infolge dieſer Lagerung hinter der en Herzkammer. Die Kiemen bilden Büſchel jelne Anhängſel, welche mehr oder weniger auf dem Rücken oder an den Seiten liegen; als findet ſich ein eigentlicher Mantelumſchlag lt einer Kapuze, welche eine Kiemenhöhle in ngegend bildet.

nigen fehlen die Kiemen ganz, ſodaß die Haut Geſammtheit die Athmung übernimmt — in- t auch in dieſem Falle die Anordnung der e dieſelbe, wie bei den Kiementragenden. Häufig ber durch einfache oder veräſtelte Blinddärme Sie ſind durchaus Meeresbewohner. Alle zu theilung gehörigen Schnecken ſind Zwitter, und en haben nur eine ſehr dürftig entwickelte der ſind im erwachſenen Alter vollkommen

kann, je nach der Organiſation der Athem- drei Gruppen unterſcheiden: Seitenkiemer anchia). Die blatt- oder fadenförmigen ſtehen ſelten auf beiden Seiten, meiſt nur auf en, unter einer Falte des Mantelrandes, wo- n Uebergang zu den Schüſſelſchnecken ſich dar- ls Repräſentanten dieſer Gruppe, welche außer- die Blaſenſchnecken (Bullida), die Blättchen- (Phyllidida) und Seitenkiemer (Pleurobran- inſchließt, nehmen wir die Familie der Seeha- lysida) (Seehaſe, Aplysia depilans, Taf. 30, . Das Thier iſt vom Rücken geſehen und der auseinandergeſchlagen, ſodaß man die After- nd die Kiemen unter der ſternförmig gezeich- Mantelfalte auf der rechten Seite ſieht. Die wird von großen, oft fußlangen, faſt gänzlich Schnecken gebildet, die in der Geſtalt viel Aehn- mit unſern nackten Landſchnecken haben. Der iſt nach hinten breiter, nach vorn halsartig ver- t, und der Kopf mit zwei Paar Fühlern ver- von welchen die vordern breit und blattartig, ern rund und ſpitz ſind. Vor dieſen liegen die lugen. Der Fuß iſt ziemlich ſchmal, der Man- gen breit, und ſeine freien Ränder werden ch oben zurückgeſchlagen, ſodaß ſie den Rücken heils decken. Die Kiemen befinden ſich hinten hts unter einer zweiten Mantelfalte, in welcher nne hornartige Schale verborgen iſt. After und htsöffnung verhalten ſich wie bei der vorigen . Der Mund iſt mit einer breiten, mit vielen gezähnelten Querplatten beſetzten Zunge bewaffnet. Die Thiere ſondern, wie es ſcheint zu ihrer Vertheidigung, aus den ſeitlichen Lappen des Mantels eine dunkelröthliche Flüſſigkeit ab, die das Waſſer färbt und für giftig gehalten wird. Sie kriechen hauptſächlich unter den Tangen an der Küſte umher und finden ſich manchmal ſo zahlreich, daß man bei ſtarker Ebbe den Strand ganz damit beſäet findet.

Bei der zweiten Gruppe, Rückenkiemer (Notobranchia), ſtehen die Kiemen in Form verſchieden geſtalteter, einfacher oder veräſtelter Anhänge frei auf dem Rücken, und zwar bald über denſelben zerſtreut, bald mehr in zwei Reihen (Tritonida), bald im Kranze um den After (Sternſchnecken, Doridida). Wir geben als Repräſentanten der erſten Familie mit zerſtreuten Rückenanhängen die Familie der Fadenſchnecken (Eolida). Der längliche Körper gleicht faſt dem einer gewöhnlichen Wegſchnecke und trägt meiſtens auch vier Fühler, die oft blattartig eingerollt ſind. Auf dem Rücken finden ſich gewöhnlich eigenthümliche cylindriſche Anhänge, oft in großer Anzahl, in welche ſich die verzweigten Lebergänge hinein erſtrecken. Meiſt ſind dieſe Anhänge an der Spitze mit einem Drüſenkopfe verſehen, aus welchem Neſſelorgane hervorgepreßt werden können, und in den Röhren, welche, mit Leberkörnern belegt, ſich in dieſe Anhänge erſtrecken, ſieht man häufig Nahrungsſtoffe circuliren. Der After liegt bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten, meiſt auf der rechten Seite des Thiers, vor ihm auf der rechten Seite die Geſchlechtsöffnung und in der Nähe des rechten Fühlers die Oeffnung für die Ruthe. Die Fadenanhänge des Rückens ſpielen offenbar auch die Rolle von Kiemen, da zwiſchen ihrer glashellen Haut und dem darin enthaltenen Lebergange ein bedeutender Raum iſt, worin das Blut circulirt. Bei einigen Gattungen ſind dieſe Anhänge zu beiden Seiten auf Fortſätze geſtellt und dienen zugleich als Ruderlappen zum Schwimmen auf dem hohen Meere. Die abgebildete Art (Fadenſchnecke, Flabellina affinis, Taf. 31, Fig. 1) in europäiſchen Meeren.

Die dritte Gruppe, Kiemenloſe (Abranchia), begreift endlich ſolche Thiere, bei welchen keine Athemorgane ſichtbar ſind, wo die ganze nackte Körperoberfläche wimpert. Hierzu gehört die höchſt abweichende Familie der Blattſchwimmer (Phyllirhoë), von den Seiten plattgedrückte Thiere ohne Fuß noch Kiemen, die auf hohem Meere ſchwimmen. Die Meerſchnegel (Pontolimacida), den Wegſchnecken in der Form ähnlich, aber mit rückenſtändigem After und breitem Fuße, und die Hirſchſchnecken (Actaeonida), die ſich in ihrer Organiſation ganz den Fadenſchnecken anſchließen, aber eine ſeitliche Ausbreitung des Körpers in Blattform beſitzen, in welcher Darm und Geſchlechtsorgane ſich veräſteln. Die abgebildete Art (Elysia [Acteon] viridis, ſtark vergrößert, Fig. 2) häufig an den Küſten des Oceans auf Tang.

Ordnung der Flügelfüßer (Pteropoda).

Meerbewohnende Weichthiere mit zwei flügelförmigen Schwimmlappen am Kopfe, mit oder ohne Schale. Zwitter.

Hauptbewegungsorgane ſind die großen Floſſen oder Flügel, welche zu beiden Seiten des Kopfes ſtehen und Weiterbildungen der Seitentheile des Fußes darſtellen, deſſen Mittelheil als rudimentärer Fortſatz an der Bauchſeite erhalten bleibt und aus einer unendlichen Anzahl gekreuzter Muskelfaſern gebildet ſind. Die meiſt ſehr kleinen Thiere treiben ſich mittels dieſer Schwimmlappen auf der Oberfläche des Meeres umher und wer-

den nur selten durch Verschlagen in der Nähe des Strandes angetroffen. Sie sind alle Nachtthiere, heben sich erst mit der Dämmerung aus der Tiefe des Meeres in zahllosen Schwärmen herauf und sinken mit dem Morgenlichte wieder hinab. Tagsüber trifft man keine Spur von ihnen, und manche Arten kommen nur in ganz finstern Nächten an die Oberfläche. Die Schwimmlappen sind auch bei ruhigem Schweben in steter schwingender Bewegung, ähnlich den Flügeln eines Schmetterlings; bei der geringsten Gefahr, die sie merken, ziehen sie die Ruderlappen ein und sinken in die dunkle Tiefe hinab. Die meisten von ihnen besitzen eine sehr dünne, oft nur hornige Schale von sehr wechselnder Gestalt, die den ganzen Körper des Thiers umschließt und nur den Mund mit den Schwimmflossen hervortreten läßt. Einige dieser Thiere sind ganz nackt und dann von einer festern Haut umgeben.

In allen Körperorganen ohne Ausnahme zeigt sich der niedere Stand der Organisation dieser Thiere. Den meisten fehlt ein eigentlicher Kopf und damit auch Fühler und Augen; bei andern sind zwei oder selbst vier kurze Fühler ausgebildet. Bei dem Schlundringe sind die obern Ganglien meist durch einen einfachen Verbindungsfaden ersetzt, während nur die untern Schlundganglien entwickelt sind. Nur zwei Gattungen besitzen Augen, den übrigen fehlen sie, während die Gehörorgane ziemlich allgemein entwickelt sind. Der Mund ist meist unbewaffnet, höchstens von kurzen Fortsätzen umstellt, welche zuweilen Saugnäpfe tragen. Er führt in einen muskulösen Schlundkopf, in welchem eine stachelige, mit rückwärts gewendeten Hakenzähnen besetzte Zunge sich findet. Die Afteröffnung des gewundenen Darmkanals befindet sich meist auf der rechten Seite, zuweilen aber auch auf der Bauchseite in der Mittellinie oder etwas mehr nach links angebracht. Die Leber ist aus einzelnen Schläuchen zusammengesetzt, welche unmittelbar in den Darm münden. Das Herz scheint nur unvollständig entwickelt, indem es meist nur aus einer Kammer ohne Vorkammer besteht; jedenfalls ist der Blutkreislauf nur sehr unvollkommen und das Venensystem gänzlich durch Lacunen ersetzt. Athemorgane fehlen bei einigen Gattungen ganz, während andere eine geräumige Mantelhöhle haben, in welcher eine fächerartige Kieme verborgen liegt.

Die Niere ist stets wohlausgebildet und einestheils mit dem Blutraume, welcher das Herz umgibt, in Verbindung, andererseits durch eine stark wimpernde Oeffnung nach außen oder in den Mantelraum geöffnet. Alle sind Zwitter; doch sind Hoden und Eierstöcke zuweilen getrennt und nicht immer zu einer Zwitterdrüse verbunden. Geschlechtsöffnung und Copulationsorgan liegen rechts in der Nähe des Afters. Die Eier werden in langen, oft spiralig gedrehten Schnüren von Eiweiß umhüllt im Meere abgesetzt und schwimmend angetroffen. Alle entwickeln sich anfangs nach dem Typus der Meerschnecken mit Segel und Schale; erst später tritt bei einigen eine Aenderung ein. Hiernach sowie nach dem Vorhandensein einer Schale kann man zwei Unterordnungen unterscheiden.

Unterordnung der Schalenträger (Thecasomata).

Der Körper in einer Schale, die von einem Mantel ausgekleidet ist.

Wir geben als Beispiel dieser Unterordnung eine Art (Hyalea tridentata, Taf. 31, Fig. 3) vergrößert. Die Schalen bestehen bei dieser Unterordnung bald aus glasartig durchsichtiger und spröder Masse bald aus halbweicher, dicker Knorpelmasse (Cymbulida), bald sind sie spiralig gedreht, [illegible] schalen mit spiralem Deckel (Limacina) sind unter dem Munde, der zwischen [illegible] ist, verwachsen, der Kopf nur sehr wenig [illegible] setzt; in der Mantelhöhle finden sich [illegible] (Hyalida), bald keine (Cymbulida); [illegible] die Flossen in die Schale zurückziehen. Die Larven sind denen der Fadenschnecken ähnlich; die embryonale Schale [illegible] worfen, um eine neue zu bilden.

Unterordnung der Nackthörner (Gymnosomata).

Weder Schale noch Mantel.

Als Beispiel dieser Unterordnung [illegible] schnecke (Clio borealis, Taf. 31, Fig. 4) [illegible] nenden blaugefärbten Thiere schwärmen [illegible] Nordmeere und sind die gewöhnliche Speise [illegible] fische, die sie tonnenweise hinabschlürfen.

Der Kopf ist bei diesen Thieren [illegible] die Flossen hinter demselben angebracht, [illegible] fließend. Bei den Walschnecken (Clionida) die abgebildete Art gehört, finden sich [illegible] aber meist Fühler; bei der andern Familie athmer (Pneumodermonida) äußerliche [illegible] meist zwei mit Saugnäpfen besetzte Arme. Die Thiere durchlaufen nach Abwerfung [illegible] nalen Schale und der Segel ein [illegible] stadium, in welchem sie Wimperreifen [illegible] besitzen, ähnlich den Larven der Würmer, bleiben noch später im reifen Alter [illegible] Wimperreifen bestehen.

Unterklasse der Wimperschnecken ([illegible]

Larvenzustände nur mit Wimperreifen, ohne Segel. Erwachsene Thiere ohne [illegible]

Wir vereinigen in dieser Unterklasse [illegible] zahlreiche, aber sehr abweichende Typen [illegible] gen und zugleich Familien vorstellen, [illegible] seits die Käferschnecken (Chitonida), [illegible] den eigentlichen Plattfüßern annähern, [illegible] seits die Zahnschnecken (Dentalida) [illegible] Uebergang zu den Muscheln machen. [illegible] gen Organisation, Bildung der Schale [illegible] verschieden, zeigen doch beide insofern eine [illegible] Bildung, als das Nervensystem auf einer [illegible] Stufe der Bildung steht, die Augen gar [illegible] Fühler nur in der Weise der Würmer [illegible] entwickelt sind, und daß aus dem Ei [illegible] formen entstehen, welche mehrere Wimperreifen den Körper besitzen und ganz in der Larvenform im Meer gebildet sind. Jede Spur von Segel fehlt aus bei diesen Larven.

Ordnung der Familie der Käferschnecken (Chitonida). Diese Thiere sind von ovaler, [illegible] länglicher, plattgedrückter Gestalt und [illegible] Unterseite einen ovalen Fuß, zwischen [illegible] dem Mantelrande, der den Fuß weit [illegible] artige Kiemen liegen. Auf dem Rücken [illegible] sind acht kalkige Schuppenstücke eingefügt, [illegible] weder dachziegelförmig übereinanderliegen [illegible] so weit voneinander entfernt sind, daß [illegible] mal sich berühren. Der Mantel ist fein [illegible] Haaren, Borstenbüscheln oder kleinen Schuppen über und über bedeckt, eine Bekleidung, [illegible] ner andern Schnecke vorkommt und der [illegible]

elche in Form, Größe und Tiefe meist sehr charakte-istisch ist und durch ihre Erhaltung an fossilen Mu-heln mit Sicherheit auf die Anwesenheit eines Sipho ei denselben schließen läßt.

Alle Muschelthiere sind Wasserbewohner und die eisten nur einer sehr geringen Ortsbewegung fähig. iele Blattkiemer sind entweder unmittelbar durch eine ter Schalen, oder mittelbar durch ein eigenthümliches asergespinnst, den **Bart** (Byssus), an den Boden stgeheftet, was meistens Unregelmäßigkeiten in der usbildung der Schalen zur Folge hat. Die frei-benden Muschelthiere bohren sich großentheils in den chlamm und Sand des Ufers, oft aber auch in teine und Holz ein, oder kriechen mühsam und un-hülflich mittels ihres Fußes an dem Boden einher; i wenigen nur ist dieser Fuß geschickt zum Springen er zum Klettern an Wasserpflanzen oder glatten Ge-nständen, und nur bei einer einzigen Familie, bei n Kammmuscheln, hat man bisjetzt beobachtet, daß wirklich schwimmen, indem sie die beiden Schalen-ilften lebhaft auf- und zuklappen und durch Aus-eiben des Wassers sich stoßweise fortbewegen.

Diejenigen Muscheln, welche sich einbohren, sei es n in den weichen Boden oder in festere Gegen-nde, haben die Mundseite stets nach dem Grunde es Lochs, die Afterseite nach der Ausgangsöffnung selben gerichtet, und wenn diese letztere (was mei-ns der Fall) mit Röhren versehen ist, so stehen se Röhren meist aus der Oeffnung der Löcher her-r in das freie Wasser hinein. Diejenigen Muscheln o, welche sich auf dem Boden der Gewässer ein-hren, haben während des Lebens eine senkrechte ellung, den Mund nach unten, den After nach oben; Holz- und Steinbohrer dagegen, welche ihre Löcher senkrechte Wände eintreiben, stecken meist in hori-ntaler Lagerung in ihren Gängen. Die angeheftete Muscheln ruhen auf der einen Schale, während andere frei beweglich ist, und die freien Sand-cher schleichen auf dem Mantelrande umher, den loßrand nach oben gerichtet, indem sie mit dem den Schalen vorgestreckten Fuße Furchen in den nd ziehen.

Die unmittelbare Anheftung der Schalen, wie sie B. bei den Austern vorkommt, hat den größten fluß auf die Gestalt und Regelmäßigkeit der Scha-, die sich oft ihrer Unterlage anschmiegen und so Gestalt derselben wiederholen. Weit weniger ist er Einfluß bei der freiern Art der Anheftung ch Fadengespinste vorhanden. Die Sehnenfäden, che diese Anheftung bewirken, treten entweder durch Loch oder durch einen Ausschnitt der einen Schale, r durch eine Lücke zwischen beiden Schalen, die st an der vordern Seite des Schloßrandes sich ndet, hervor. Eine eigenthümliche Drüse, welche der Basis des Fußes liegt und die durch eine ne mit dem zungenförmigen Fuße selbst in Ver-dung steht, liefert eine glashelle, zähe Absonde-gsflüssigkeit, die alsbald in Fäden gerinnt und rtet. Die Blattkiemer, welche sich durch solche en festsetzen, wozu namentlich die bekannten Mies-cheln gehören, drücken den zungenförmigen Fuß den Ort an, wo sie sich festsetzen wollen, und en durch drehende Bewegungen einen Faden nach andern, bis die Anheftung gesichert erscheint.

Innerhalb dieser Schalen liegt der platte, von der te her zusammengedrückte **Körper**, für dessen Be-ibung wir wieder genau dieselben Bestimmungen ehmen, wie für diejenigen der Schalen. Dieser per wird zuerst eingeschlossen von zwei seitlichen ttern, welche hart an der innern Fläche der Schale anliegen und der **Mantel** genannt werden. In den meisten Fällen sind die Mantelblätter nach unten hin frei, während sie an dem Schloßrande der Schale und an dem Sacke, welcher die Eingeweide umhüllt, angewachsen erscheinen. Die Ränder eines solchen freien Mantels sind fast stets mit Fortsätzen, Zäpfchen oder Wärzchen besetzt, welche sehr verschiedene Gestalten annehmen und oft zu langen Fühlfäden auswachsen, die in mehrfachen Reihen den Mantelsaum bekleiden. In der Regel sind diese Fühlfäden in der Gegend des Afters, dann auch des Mundes am ausgiebigsten entwickelt und selbst dann an diesen Stellen vorhanden, wenn sonst der freie Mantelsaum glatt ist. Am After namentlich fehlen sie wol keinem Muschelthiere, und es mag dies mit der Tendenz zur Verwachsung der beiden Mantelhälften zusammenhängen. Bei vielen Muschelthieren nämlich vereinigen sich die beiden Mantelhälften mit ihren untern freien Rändern auf eine größere oder geringere Strecke, und es bleiben dann nur einige Schlitze übrig, welche für den Mund und den Zutritt des den Athemorganen bestimmten Wassers, für das Durchlassen des Bewegungsorgans oder Fußes und für den After bestimmt sind. Bei denjenigen Muscheln, welche sich in Schlamm, Sand oder Steine einbohren, schließt sich der Mantel noch mehr, sodaß er völlig sackförmig den Körper umschließt, keinen vordern Mundschlitz hat, sondern nur nach hinten in zwei mehr oder minder lange Röhren (Siphones) sich auszieht, von welchen die eine, die Athemröhre, das für die Kiemen bestimmte Wasser und damit auch die Nahrungsstoffe einzieht, die andere, die Afterröhre, dieses Wasser mit dem Unrathe wieder austreten läßt. Beide Röhren sind zuweilen in eine einzige Doppelröhre miteinander verwachsen und ihre Länge steht mit der Länge der Bohrlöcher, welche die Thiere sich machen, in Verhältniß. Die Tastwärzchen und Fühler stehen in solchen Fällen bei mehr oder minder geschlossenem Mantel nur an den Rändern der Schlitze oder an der Mündung der Röhren.

Die Hauptmasse der dünnen, an den freien Rändern verdickten Mantelblätter besteht aus mannichfach gekreuzten Sehnen und Muskelfasern, die von vielen Gefäßen und Nerven durchzogen werden. Auf seiner innern Fläche ist der Mantel von stets flimmernden Wimpern besetzt, die sich überhaupt auf fast allen Oberflächen, innern wie äußern, der Muschelthiere vorfinden und für das Athmen und Ernähren derselben von der größten Bedeutung sind. In dem Mantelrande finden sich drüsige Bildungen, welche zur Absonderung der Stoffe dienen, aus denen die Schale zusammengesetzt ist. Man findet deshalb zu den Zeiten, wo die Schalenbildung besonders lebhaft ist, eine milchige Flüssigkeit in dem Mantelrande, die mit Säuren aufbraust und vielen Niederschlag von kohlensaurem Kalke enthält. Die Umrisse des Mantels zeigen sich bei den meisten Muscheln sehr deutlich auf der innern Fläche der Schalen und dienen wesentlich zur Erkenntniß der einzelnen Arten und Familien.

Die **Bewegungsorgane** der Blattkiemer sind zweierlei Art. Zum Schließen der Schalen dienen entweder nur ein mittlerer, oder zwei, vorn und hinten angebrachte Quermuskeln, die bald gleich, bald ungleicher Größe sind.

Das Organ der Ortsbewegung, der Fuß, ist stets auf der Bauchseite der Muschel und meistens in solcher Größe ausgebildet, daß er zwischen den Schalen hervorgestreckt werden kann. Bei denjenigen Muscheln, welche sich anheften, ist diese frei bewegliche Muskelmasse nur sehr rudimentär oder fe-

gänzlich, während sie bei andern, die im Sande kriechen, oft eine bedeutende Größe erreicht. Meistens ist der Fuß beilförmig und bildet die vordere Schneide des Eingeweidesacks, an dessen Seiten seine Sehnenfäden hinaufsteigen, um sich in der Nähe des Schlosses an die Schalen festzusetzen; zuweilen ist er dünn, lang, zungenförmig oder hakig gekrümmt, wie bei der Herzmuschel (Taf. 31, Fig. 15), in andern Fällen wieder dick, walzenförmig und mit einer Art von Scheibe versehen. Es hängt diese Form des Fußes wesentlich mit seiner nähern Bestimmung für das Thier zusammen. Die beilförmige oder zungenförmige Gestalt findet sich bei solchen Blattkiemern, die, wie unsere Flußmuschel, im Sande kriechen; die Muscheln mit kniefömig eingebogenem Fuße schnellen sich sogar mit demselben, wie mit einer Feder, springend fort. Löffelförmige oder ähnliche Gestalt, wie bei der Miesmuschel, dient wesentlich zum Spinnen des Bartes, womit sich die Muscheln anheften. Bei solchen Thieren findet sich am Grunde des zungenförmigen Fußes eine Grube, deren Boden durch eine Menge weicher, aufrechtstehender Lamellen quer gefurcht erscheint und so eine Menge von Rinnen darstellt, in welchen die weiterhin zerfaserten Hornblätter des Bartes festsitzen. Von dieser Grube geht eine ebenfalls drüsig aussehende Furche an dem löffelförmigen Fuße hinauf, dessen Spitze besonders als Tastorgan dient. Der Stoff der Byssusfäden ist anfangs klebrig, erhärtet aber dann zu einem hornartigen Gewebe, das man sogar bei einigen Muscheln, wie z. B. der Steckmuschel, zum Spinnen eines seidenartigen Stoffs benutzt.

Eine ganz entgegengesetzte Form des Fußes zeigen die eigentlichen Bohrmuscheln (Pholas, Saxicava, Teredo, Gastrochaena u. s. w.). Viele dieser Thiere bohren in Holz, selbst in Eichenholz und Mahagoni, andere in Stein und zwar meistens Kalkstein oder Schiefer, tiefe röhrenartige Gänge, in denen sie zeitlebens stecken bleiben. Sie haben meist einen wurmförmigen Körper und sackartig geschlossenen Mantel, der nur vorn für den Fuß geöffnet und hinten in lange Athemröhren ausgezogen ist.

Kein Muschelthier besitzt einen eigentlichen Kopf; die Mundspalte befindet sich an dem vordern Ende des Körpers und nirgends sieht man in ihrer Nähe besondere Sinnesorgane oder eine Abschnürung, welche einen Kopf herstellte. Das Nervensystem besteht aus einzelnen Ganglien, die durch Stränge miteinander verbunden sind und von denen man in der Regel drei Paar unterscheiden kann. Ein Paar solcher Knoten liegt unmittelbar neben dem Munde auf der obern Seite des Schlundes und ist durch einen Querstrang über den Schlund hinüber brückenartig miteinander verbunden. Von diesem Schlundknotenpaare gehen zwei Hauptverbindungsstränge ab, die einen nach unten, um sich mit einem Paar Knoten zu vereinigen, die in dem Fuße unmittelbar unter den Eingeweiden liegen, die andern nach hinten, wo in der Nähe der Kiemenblätter ebenfalls ein Paar von Hauptnervenknoten liegt. Zuweilen verschmelzen die Bauch- oder Fußnervenknoten, zuweilen auch die Kiemenknoten in eine einzige Masse, sodaß hierdurch sowie durch die wechselnde Lage der Knoten eine ziemliche Mannichfaltigkeit in die Anordnung des Nervensystems gebracht wird. Die Schlundknoten versorgen die Umgebung des Mundes, den vordern Theil des Mantels und die vordern Schließmuskeln; die hintern Knoten die Kiemen, die hintere Mantelhälfte und deren Röhren; das Fußpaar den Fuß mit Nervenfäden.

Sinnesorgane finden sich bei vielen Blattkiemern, und zwar sowol Gehörorgane als Augen. Die Gehörorgane bestehen aus runden, durchsichtigen, aber ziemlich festen Kapseln, die eine Flüssigkeit einschließen, in welcher ein durchsichtiger, krystallinischer Kern von kohlensaurem Kalk durch die Wirkung der Flimmerhaaren hin- und hergetrieben wird. Es liegen diese beiden Gehörkapseln unmittelbar vor den Nervenknoten des Fußes, mit denen sie meist nur durch einen sehr kurzen Gehörnerven verbunden sind, und sie kommen wol allen Muschelthieren ohne Ausnahme zu.

Weniger verbreitet sind die Augen, welche man besonders bei den Kammmuscheln als runde, wie Edelsteine glänzende Punkte an den Mantelrändern erkannte. Bei genauerer Untersuchung erscheinen diese braun-, grün- oder rothgefärbten kugelförmigen Augen, welche meistens auf kurzen Stielen stehen, deutlich aus einer durchsichtigen Hornhaut, einer Pigmentlage, die zuweilen selbst eine Iris bildet, aus einem lichtbrechenden Körper zusammengesetzt.

Die Verdauungsorgane der Blattkiemer sind äußerst einfach. Zu beiden Seiten des Mundes finden sich fast immer zwei, nur selten ein Paar, meist dreieckiger Läppchen, die sogenannten Mundlappen, welche in ihrer Structur den Kiemen gleichen und mit einem äußerst lebhaften Wimperzuge versehen sind. Diese Mundlappen, welche nur bei sehr wenigen Gattungen verkümmert erscheinen, oft aber sehr lang, riemenförmig oder spiralig gewunden sind, vereinigen sich zu einer Rinne, die jederseits dem Munde hinführt und in welche durch die Wimperbewegung die feinzertheilten Futterstoffe zusammengetrieben werden. Außerdem dienen diese Lappen wol noch ohne Zweifel als Tastorgane in ähnlicher Weise wie die Mantelränder.

Die Mundöffnung der Blattkiemer ist stets unbewaffnet und zeigt namentlich nie eine Spur von Kiefern, Zähnen oder einer Zunge; sie führt entweder unmittelbar oder mittels einer kurzen Speiseröhre in einen geräumigen Magen, der ebenso wie der schlauchförmige, bald mehr, bald minder gewundene Darmkanal in der Masse der Leber, theilweise selbst in Eierstocks vergraben liegt. Der Mastdarm wendet sich bei allen Muschelthieren mehr nach oben gegen das Schloß der Schale hin, durchbohrt meistens das Herz und öffnet sich in dem hintern Winkel der Schale, entweder auf einer kurzen Warze oder in der Afterröhre des Mantels. Die Leber ist beträchtlich groß und läßt sich meist nur schwierig von den Windungen des Darms trennen.

Das Herz aller Blattkiemer ist einfach und liegt in der Rückengegend in der Nähe des einfachen oder wenn zwei Schließmuskeln vorhanden, in der Nähe des hintern Schließmuskels gelegen; es ist dann von einem Herzbeutel umschlossen, der eine schleimige Flüssigkeit enthält, und besteht aus einer Kammer und zwei seitlichen Vorhöfen, die weit dünnere Wände haben. Die Herzkammer wird fast bei allen Muschelthieren ihrer ganzen Länge nach von dem Mastdarm durchbohrt: ein Verhalten, von welchem thatsächlich nur die Archenmuscheln eine Ausnahme machen. Von der Herzkammer aus gehen fast überall zwei große Blutgefäßstämme, von denen der eine nach hinten, der andere nach vorn sich erstreckt und hauptsächlich in den Mantel und die Eingeweide sich vertheilt. Von hier aus kehrt das Blut durch wandungslose Gefäße zurück, indem zugleich der ganze Eingeweidesack als Behälter für das rückkehrende Blut dient. Auch in den Kiemen strömt das Blut, welches der

kommen farblos ist, in durchaus wandungslosen Kanälen, und es erhalten die Kiemen hauptsächlich ihre Zufuhr aus einem meist schwärzlichen, mit drüsigen Wandungen versehenen Sack, welcher hinter dem Herzen liegt und offenbar das erste Rudiment einer Niere darstellt.

Die Athemorgane sind bei allen Muschelthieren ohne Ausnahme aus blättrigen Kiemen gebildet, welche unmittelbar unter dem Mantel, zu beiden Seiten des Eingeweidesacks sich befinden. Fast überall finden sich auf jeder Seite zwei Kiemenblätter, von denen das äußere, welches dem Mantel anliegt, meist etwas kleiner ist als das innere. Nur in höchst seltenen Ausnahmen (Lucina) ist ein Paar dieser Kiemenblätter verkümmert und auf jeder Seite nur ein Blatt vorhanden. Nach unten hin sind die Kiemenblätter überall frei, verwachsen aber zuweilen an ihrem hintern Ende; nach oben sind sie an dem Eingeweidesacke befestigt. Die Structur dieser Kiemenblätter ist äußerst merkwürdig; durch knorpelige Fäden sind sie in Längsfelder geschieden, die wieder durch Querbalken in einzelne schmale Fächer getheilt sind. Da nun jedes Kiemenblatt aus einer doppelten Lamelle besteht, so entstehen ebenso viele Taschen mit Querfalten, welche alle in die Mantelhöhle ausmünden. Die Ränder der Falten und Taschen sind mit außerordentlich großen und äußerst lebhaft schwingenden Wimperhaaren besetzt, welche beständig den Zustrom des Wassers erneuern. Eine Abweichung von diesem Typus findet sich besonders bei den Kammmuscheln und den Archenmuscheln, wo die einzelnen Knorpelfäden isolirt sind und so das Kiemenblatt aus einer Reihe einzelner, oft hakenförmig gekrümmter, palissadenartig nebeneinanderstehender Bläschen gebildet wird.

Die meisten Blattkiemer sind getrennten Geschlechts, und vielleicht sind die wenigen Ausnahmen, welche man bisjetzt zu kennen geglaubt hat, auf irriger Anschauung begründet. Die Eierstöcke oder Hoden sind übrigens im Aeußern ganz gleich gebildet, und nur durch mikroskopische Untersuchung kann man ihren Inhalt genauer unterscheiden. Sie bilden eine bedeutende Masse unter und hinter der Leber, die theilweise die Windungen des Darmkanals umhüllt und bei einigen sogar in die Mantelblätter vordringt. Die Eier haben meist eine gelbliche oder selbst rothe Farbe, während der Same milchweiß erscheint, und die Ausführungsgänge der einzelnen Drüsenlappen vereinigen sich zuletzt in einem Schlitze, der entweder neben dem Schlitze der Niere sich befindet oder selbst mit diesem gemeinschaftlich mündet.

Die Entwickelung der Eier ist bisjetzt nur bei höchst wenigen Arten, und auch hier nur unvollständig beobachtet. Die Eier, in welchen man anfangs eine weißartige Dotterhülle, einen körnigen Dotter, ein großes Keimbläschen, welches stets zwei Keimflecke enthält, deutlich unterscheidet, treten aus dem Schlitze hervor und werden meistens in die Fächer der äußern Kiemen aufgenommen und dort ausgebrütet. Diese Fächer sind zur Fortpflanzungszeit strotzend mit Eiern gefüllt, und bei manchen Gattungen erscheinen die Schalen der weiblichen Individuen behufs der Aufnahme der Eier in die Kiemenblätter bauchiger als die der männlichen, sodaß es möglich ist, an den Schalen das Geschlecht zu unterscheiden. Während seines Aufenthalts in den Kiemenblättern geht die ganze Umbildung des Eies zu einer völligen Larve vor sich, welche in vieler Beziehung von dem erwachsenen Thiere sehr verschieden ist.

Die Zerklüftung des Dotters bis zur vollständigen Bildung der Zellen, welche den Körper des Embryos zusammensetzen, geht ganz in der gewöhnlichen Weise vor sich. Aus der Zellenanhäufung geht ein kugelförmiger Embryo hervor, der auf seiner ganzen Oberfläche mit Wimperhaaren bedeckt ist und sich beständig innerhalb des Eies um seine Achse herumdreht. Allmählich wächst eine Schale heran, die bei unsern Flußmuscheln ziemlich allgemein aus zwei biegsamen, dreieckigen Hälften besteht, welche mit einem geraden Schloßrande aneinanderstoßen und anfangs wie ein Sattel auf der Embryonalmasse aufliegen. Die Schalen wachsen mehr und mehr und die Flimmerbewegung, welche anfangs auf der ganzen Oberfläche bestand, concentrirt sich nach und nach auf einen wulstförmigen Theil, der dem Schloßrande gegenüber hervorgestreckt und zurückgezogen werden kann. Dieses Wimpersegel ist mit langen Flimmerhaaren besetzt und dient dem Embryo, der es willkürlich bewegen kann, zum Schwimmen. Bald unterscheidet man auch die beiden Hälften des Mantels und einen anfangs einfachen Muskel, der durch zuckende Zusammenziehungen die Schale zu schließen sucht, sowie längere zum Zurückziehen des Wimpersegels bestimmte Muskelmassen. Dann erscheint der Fuß, auch bei denen, bei welchen er, wie z. B. bei den Austern, später rückgebildet wird, das Nervensystem mit den Ohrbläschen, die Kiemen und zuletzt das Herz, während der Darm mit der Leber sich schon früher differenzirt. Die so gestalteten Larven der Meermuscheln schwimmen frei umher; die unserer Süßwassermuscheln bleiben in den Kiemenfächern bis zur völligen Ausbildung eines langen Fadens, der aus ihrer Mitte hervorgeht, und werden in sehr unausgebildetem Zustande und von der definitiven sehr verschiedenen Form von der Muschel mit dem Kiemenschleime ausgestoßen. Sie heften sich nun an Fische, besonders junge, und namentlich an die Flossen, graben sich in die Haut ein, leben eingekapselt als Schmarotzer lange Zeit ohne Veränderung. Ihre weitern Entwickelungsphasen sind bekannt.

Alle Muschelthiere ohne Ausnahme leben im Wasser, die meisten im Meere. Durch die Fixirung großer Massen kohlensauren Kalkes spielen sie eine bedeutende Rolle im Haushalte der Natur. Mehrere Arten, wie ganz besonders die Austern, sind als Nahrungsmittel geschätzt und Gegenstand eines sehr bedeutenden Handels. Andere liefern die echten Perlen, und in kalkarmen Gegenden werden die Schalen gebrannt, um Kalk zu Mörtel zu haben. Einige Arten sind schädlich durch ihr Bohren in Holzwerk. Viele Arten dienen als Köder beim Fischfang und von andern wird die Perlmutter gewonnen.

Ordnung der Röhrenmuscheln (Incluse).

Mantel zur Röhre geschlossen; Schalen ohne eigentliches Schloß, stets weitklaffend und meist in secundäre Kalkröhren eingeschlossen; sehr lange Siphonen. Bohren im Grunde, in Steinen und Holz.

Bei der einen Familie, den eigentlichen Bohrmuscheln (Pholadida), umschließen die vorn und hinten weit klaffenden Schalen den Körper nicht vollständig. Die beiden Klappen sind in einer [illegible] Strecke am Schlosse durch einen [illegible]satz verbunden. Der Fuß ist kurz, [illegible] hintere Röhre einfach, aber durch eine [illegible] wand getheilt. Die Bohrmuscheln bohren [illegible] gewissen Tiefe unter dem [illegible] in kalkige senkrechte Felsmassen [illegible] schmähen aber auch Korallen [illegible]

Die in Kalk oder weichen Stein bohrenden werden gern gegessen.

Die Pfahlwürmer (Teredida) sind bekannt durch die ungeheuern Verheerungen, die sie in Häfen und Werften an dem unter Wasser befindlichen Holze anrichten. Das Thier hat etwa die Dicke und Länge eines Regenwurms und endet nach hinten in zwei lange, zuletzt getrennte Röhren. Die Schälchen am vordern Ende sind außerordentlich klein, dünn und unregelmäßig in ihrer Gestalt. Am hintern Ende des Körpers, wo die Röhren anfangen, finden sich zwei schaufelförmige knorpelige Anhänge, durch welche das Thier mit der Kalkröhre, mit der es seine Galerie auskleidet, verwachsen ist. Sie zernagen alles Holz, selbst das festeste, ohne Unterschied und durchbohren es mit Millionen sich so sehr durchkreuzender Gänge, daß es vollkommen unhaltbar wird und zusammenbricht. Die Jungen werden in dem Mantelsacke ausgebrütet und besitzen als Larven zwei große, fast dreieckige Schalen, die den Körper vollständig umschließen und aus denen sie ein lappenförmiges, mit lebhaft schwingenden Wimperorganen besetztes Schwimmorgan hervorstrecken können. Später wird dieses durch einen langen zungenförmigen Fuß ersetzt, der bei dem erwachsenen Thiere ebenfalls vollständig verschwunden ist. Die Abbildung (Schiffsbohrer, Teredo navalis, Taf. 31, Fig. 10) zeigt das aus der Kalkröhre herausgenommene Thier mit den beiden nach oben gerichteten Siphonen. Andere, in noch festern, mit Siebplatten geschlossenen Röhren eingehüllte Gattungen (Aspergillum) finden sich im Sande.

Ordnung der Zweimuskler (Dimyaria).

Zwei Schließmuskeln der Schalen.

Gruppe der Gleichmuskler (Isomyaria).

Untergruppe der Mantelbuchtler (Sinupalliata).

Die Thiere haben lange Siphonen und infolge dessen eine hintere Mantelbucht, welche einen Eindruck auf die Innenseite der Schalen hinterläßt. Die zwei Schließmuskeln sind etwa gleich an Größe.

Bei den Sandmuscheln (Myacida) ist der Mantel ringsum geschlossen und hat ganz vorn einen Schlitz zum Durchtritt des meist kurzen, aber massiven Fußes, der aus dem vordern offenen Ende der Muschel hervorgestreckt wird. Die hintern Mantelröhren sind bei den meisten ungeheuer lang und zuweilen in eine einzige Doppelröhre verwachsen. Die Muscheln sind gleichschalig, gleichseitig und stets an beiden Enden klaffend; oft sogar in so bedeutender Weise, daß die äußern Ränder sich kaum berühren. Das Schloß ist unregelmäßig, entweder gar nicht oder nur schwach gezähnt; die beiden Schließmuskeln aber sowie der tiefe Ausschnitt des Mantels deutlich an ihren Eindrücken auf den Schalen zu erkennen. Die zahlreichen Gattungen und Arten dieser Klaffmuscheln, welche alle im Schlamme und Sande sich einbohren, haben zu allen Zeiten der Erdgeschichte den Strand der Meere bewohnt und bieten deshalb schätzbare Erkennungszeichen für den Geologen bei Bestimmung der einzelnen Schichten.

Die Abbildung zeigt das aus der Schale genommene Thier mit dem in den Mantel eingehüllten Körper und den langen Siphonen einer sehr großen, im Schlamme wohnenden Art (Schlammmuschel, Panopaea australis, Taf. 31, Fig. 11).

Die Venusmuscheln (Venerida) haben schön geformte und gefärbte, sehr harte, rundliche oder oblonge regelmäßige Schalen, dreieckiges, meist mit drei Zähnen versehenes Schloß, zusammengedrückten Fuß, kurze Siphonen mit tiefer Mantelbucht. Die meisten sind frei beweglich, wie die Art, von welcher wir die Innenseite abbilden (Venusmuschel, Cytherea exoleta, Fig. 14); andere bohren in Steinen und sind dann unter dem Namen Meerdatteln als Speise geschätzt (Steinbohrer, Petricola pholadiformis, Fig. 12).

Wir übergehen einige andere Familien, wie die langen und schmalen Messerscheiden (Solenida), die gegessen werden, die Trogmuscheln (Mactrida) und andere.

Untergruppe der Ganzmantler (Integripalliata).

Die Siphonen sind meist kurz oder gar nicht ausgebildet; der Mantel hat keine Bucht; die beiden Muskeleindrücke sind etwa gleichgroß.

Die Herzmuscheln (Cardida) haben eine gleichschalige, meist fast gleichseitige, überall schließende, dickschalige Muschel mit vorstehenden, meist umgebogenen Wirbeln, die von vorn oder hinten betrachtet, fast die Gestalt eines Kartenherzens bieten. Die Schlosszähne sind stark, unregelmäßig, das Ligament äußerlich. Das große und dicke Thier hat einen geschlossenen Mantel, dessen Umriß indeß überall dem äußern Schalenrande folgt, sodaß der Manteleindruck auf den Schalen keine Bucht zeigt. Der geschlossene Mantel hat vorn einen Schlitz zum Durchtritt des langen schmalen, mit scharfer Schneide versehenen Fußes, der in der Mitte kniefömig gebogen ist und mit welchem das Thier schnellend auf dem Boden umherspringt. Nach hinten ist der Mantel in zwei kurze Röhren verlängert, die nach Willkür ein- und ausgezogen werden können. Mehrere Arten werden an den Küsten gegessen (Cardium edule — Clovisse der Südfranzosen, Capa tonda der Italiener). Unsere Abbildung (Herzmuschel, Cardium echinatum, Taf. 31, Fig. 15) zeigt das Thier einer in der Nordsee häufigen Art in der rechten Schale. Die linke Schale mit der Mantelhälfte sind weggenommen. Man sieht den langen, kniefömigen Fuß, über ihm die Mundlappen und den vordern Schließmuskel, hinter und über ihm die Kiemenblätter und hinter ihm die kurzen Siphonen.

Die Flußmuscheln (Najades) bewohnen alle das süße Wasser und sind besonders in der gemäßigten Zone Nordamerikas in äußerst zahlreichen Arten vorhanden. Unsere Teich- und Malermuscheln liefern die besten Typen dieser Familie, die sich durch ihre regelmäßigen, gleichschaligen und fast gleichseitigen Muscheln auszeichnet, die meistens ziemlich dick sind und eine dicke Perlmutterschicht sowie eine hornige Oberhaut besitzen, welche sich leicht abschülfert. Die Wirbel liegen fast in der Mitte des Schlosses, das bald zahnlos, bald mit stark vorspringenden gekerbten Zähnen versehen ist, die einen vollständigen Schluß gewähren. Das Schloßband liegt außen, die beiden Schließmuskel liegen nahe an dem Vorder- und Hinterrande der Schale und sind fast gleich stark. Das Thier ist groß und kriecht langsam im Sande oder im Schlamme auf dem langen kielförmigen Fuße. Der Mantel ist in seiner ganzen Länge nach vollkommen frei und an seinem hintern, meist etwas verlängerten Ende mit stumpfen Tastwarzen besetzt. Die Kiemenblätter sind jederseits hinter dem Fuße miteinander verwachsen, die Eier meist hochroth oder gelb und die äußern Kiemenblätter zur Fortpflanzungszeit strotzend mit ihnen angefüllt. Die abgebildete Art (Malermuschel, Unio

pictorum, Fig. 16) gemein in Flüssen und Seen Mitteleuropas. Die nur wenig verschiedene Flußperlmuschel (Unio margaritiferus) kommt in Deutschland in klaren Bächen vor und wird in Sachsen und Baiern zur Perlengewinnung ausgebeutet, wobei aber nicht viel herauskommt, da die Flußperlen den Seeperlen an Schönheit und den künstlichen an Wohlfeilheit nachstehen.

Wir übergehen zahlreiche Familien dieser Untergruppe, die Erbsenmuscheln (Cycladida) in unsern Bächen und Teichen, die schweren Gienmuscheln (Chamida), die Riesenmuscheln (Tridacnida), häufig als Taufbecken oder Brunnenbecken benutzt, die Arkenmuscheln (Arcida) und andere, alle im Meere.

Gruppe der Ungleichmuskler (Heteromya).

Zwei Schließmuskeln, von welchen aber der vordere nur klein oder kaum entwickelt ist. Der Mantel ganz, stets vollkommen gespalten; keine Siphonen.

Die Perlenmuscheln (Aviculida) zeigen gleichschalige, außen blätterige, innen sehr glatte Schalen, in welchen die Lamellenschicht so stark ist, daß sie als echte Perlmutter verarbeitet werden kann. Die Muscheln sind gleichschalig und gleichseitig, die Wirbel nach vorn geneigt, das Schloß gerade, linienförmig, entweder ganz zahnlos oder nur mit einem sehr unbedeutenden Vorsprung versehen. Das Schloßband liegt fast außen in einem Falze des Schloßrandes, der unmittelbar vor den Wirbeln einen Ausschnitt für den Durchtritt des Bartes zeigt. Der Körper ist meist sehr dünn, platt und klein im Verhältniß zu dem großen Mantel, der an seinem ganzen Rande frei ist. Der Fuß ist klein, rundlich und der hintere Muskel ist überwiegend gegen den vordern, dessen Eindruck so gar nicht bemerkbar ist, daß man manche Gattungen für einmuskelig hielt. Die Mundlappen sind groß, liegen aber weit nach hinten in ziemlicher Entfernung von dem Munde. Diese Muscheln heften sich mit ihrem Barte äußerst fest an oder stecken selbst mit den vorwärts gerichteten Wirbeln tief in dem Boden, daß nur ihre klaffenden Schalenränder hervorschauen. Man zählt zu dieser Familie die echte Perlenmuschel (Meleagrina margaritifera, Taf. 31, Fig. 18 von außen, Fig. 19 von innen), welche sich hauptsächlich im Persischen Meerbusen, um Ceylon und in dem südlichen Theile der Rothen Meeres findet und deren Fischerei dort einen wesentlichen Erwerbszweig bildet. Die echten Perlen sind krankhafte Erzeugnisse und aus concentrischen Schichten derselben Substanz gebildet, aus welcher die innere Lamellenschicht der Schale zusammengesetzt ist. Die Perlenfischerei wird durch Taucher betrieben, welche mit Gewichten beschwert, mit einem Sack am Gürtel und einem Eisen zum Ablösen der Muscheln bewaffnet, sich auf den Boden hinablassen und dort die Muscheln abstoßen. Der großen Haifische wegen, welche in diesen südlichen Meeren vorkommen, erscheint das Tauchergeschäft ziemlich gefährlich, auch ist für jeden Taucher wenigstens ein Mann bestimmt, der auf ein gegebenes Zeichen ihn mit der größten Geschwindigkeit in die Barke hinaufziehen muß. Ein Taucher läßt sich etwa dreißig- bis funfzigmal im Tage hinab, und soll an günstigen Orten bis zu mehrern Tausend Muscheln in einer Zeit sammeln können. Die gesammelten Muscheln werden an die Sonne gelegt, wo sie bald absterben, klaffen und in Fäulniß übergehen. Man sucht dann aus den verfaulten Muscheln die Perlen aus, reinigt und polirt sie mit zerstoßener Perlmuttersubstanz und liefert sie dann in den Handel.

Die Fischerei ist jetzt fast nur noch im ostasiatischen Meere im Persischen Meerbusen, um Ceylon, Madagascar u. s. w. betrieben; um die Antillen hat sie aufgehört.

Derselben Art gehören auch die Steckmuscheln (Pinna) an. Die hier abgebildete Art (Schinkenmuschel, Pinna nobilis, Fig. 17) findet sich im Mittelmeere. Der gelbgraue, seidenglänzende Byssus wird an einigen Orten (Neapel) zu Geweben benutzt.

Die Miesmuscheln (Mytilida) stehen durch die Form ihrer Schalen, das zahnlose Schloß, die vorwärts geneigten Wirbel, den schmalen zungenförmigen Fuß und den an seinem Grunde befindlichen Bart, sowie durch die ungleichen Schließmuskeln der vorigen Familie sehr nahe, unterscheiden sich aber dadurch, daß hinten in dem Mantel eine besondere Oeffnung für den After sich befindet, unter welchem eine kurze, mit verdickten Tastfransen versehene Röhre den Athemschlitz bildet. Die in den europäischen Meeren so häufig vorkommende eßbare Miesmuschel, sowie die Steindattel, (Fig. 13) welche die Strandfelsen des Mittelmeers anbohrt, gehören zu dieser Familie.

Die Miesmuscheln (Moule der Franzosen, Pedochio der Italiener) werden in vielen Orten förmlich gezüchtet, indem man Pfähle, Faschinen u. s. w. in schlammigen Buchten einsenkt, an welchen sich die Brut der Muscheln festhaftet, die nach zwei Jahren eßbar sind.

Ordnung der Einmuskler (Monomya).

Ein einziger Schließmuskel in der Mitte der Schalen. Vollständig gespaltener ganzrandiger Mantel ohne Bucht und Siphonen.

Die niedrigste, aber für die menschliche Oekonomie wichtigste Ordnung.

Die Familie der Austern (Ostreida) wird von meist schweren, dicken Schalen gebildet, die gewöhnlich sehr unregelmäßig und ungleichschalig sind. Die Muscheln haben eine meist platte Linsengestalt und die meisten Gattungen sind mit der linken tiefern Schale angeheftet, während die rechte flache Schale als Deckel dient. Das Thier ist im Verhältniß zu den Schalen meist nur klein und hat entweder, wie bei den eigentlichen Austern, gar keinen Fuß oder nur einen höchst rudimentären. Die Mantelränder sind in ihrem ganzen Umfange frei; die Kiemen dagegen an ihrem äußern Rande miteinander verwachsen. Der Schließmuskel ist sehr groß, in der Mitte des Thiers gelegen und deutlich aus mehrern Abtheilungen zusammengesetzt, die bei einer Gattung sogar so sehr getrennt sind, daß sie drei deutliche, nebeneinanderliegende Eindrücke auf der einen Schale hinterlassen. Das Schloß ist klein, dreieckig und zahnlos oder höchstens aus zwei im Winkel zusammenlaufenden Leisten gebildet; das Schloßband liegt innerlich. Die Familie der Austern schließt sich am nächsten an die Armfüßler durch die Gattung Anomia an, bei welcher die untere flache Schale von einem knorpeligen Fortsatz der mittlern Abtheilung des Schließmuskels durchbohrt wird, welcher Fortsatz zum Anheften an Felsen dient. Bei den meisten Gattungen dieser Familie sind die Schalen äußerst blätterig, etwa wie bei der gewöhnlichen Auster. Diese, welche fast an allen europäischen Küsten vorkommt und bekanntlich eine leckere Speise bildet, siedelt sich auf weite Strecken hin in bedeutenden Massen, sogenannten Austerbänken an. Sie wird mit eigenthümlichen Schleppnetzen aufgefischt, welche mit einem eisernen Rechen versehen sind, den

man auf dem Meeresgrunde hin- und herschleift. Man reißt auf diese Weise die Austern ab, die man dann, um sie mit allerlei Stoffen, Abgängen aus Schlachthäusern u. s. w. zu mästen, in eigene, durch Meerwasser gespeiste Behälter bringt, welche man Austernparks nennt, und von wo sie dann wohlverpackt, lebend versendet werden. Durch den vollkommenen Schluß ihrer Schalen behalten die Thiere eine große Quantität von Meerwasser, das zur Unterhaltung ihrer Athmung dient, und lassen sich auf diese Weise lange am Leben erhalten.

In neuern Zeiten wird die Austernzüchtung, die indessen bisjetzt nur geringe Erfolge gehabt hat, ganz besonders aber die Mästung in den Parks methodisch betrieben. Der Umsatz in dem Austernhandel ist ungemein bedeutend und wird für Nordamerika, wo die Auster zur Volksnahrung beiträgt, allein auf 25 Millionen Dollars geschätzt. Die an verschiedenen Küsten vorkommenden Arten und Varietäten haben sehr verschiedenen Geschmack. Die abgebildete Art ist die gewöhnliche der Nordsee (Auster, Ostrea edulis, Taf. 31, Fig. 22).

Unter den lebenden Austern kommen Arten mit hakenförmig eingebogenem Wirbel vor, ähnlich der fossilen Form aus dem Oberjura, die wir abbilden (Exogyra virgula, Fig. 23).

Die Familie der **Kammmuscheln** (Pectinida), welche den Austern am nächsten steht, unterscheidet sich von ihnen auf den ersten Blick durch die fast regelmäßige, beinahe gleichklappige Schale, die meistens auch fast gleichseitig ist, und durch die Festigkeit der Structur, welche keine solchen Blätter zeigt, wie bei den Austern. Fast alle Schalen dieser Familie zeigen auf ihrer äußern Oberfläche Fächerfalten, die von den Wirbeln nach dem freien Schalenrande ausstrahlen. Die Thiere sind im Verhältniß zu der Schale weit größer als die Austern, im übrigen aber denselben außerordentlich ähnlich. Der Mantelrand ist vollkommen frei, meistens aber mit sehr langen und dicken Fühlfäden besetzt, zwischen welchen zahlreiche, oft smaragdglänzende Augen sitzen. Der stets vorhandene Fuß ist stets sehr klein und kann höchstens zum Spinnen von Byssusfäden, nicht aber zum Kriechen benutzt werden. Die meisten Gattungen dieser Thiere sitzen auf der einen Schale oder mit Byssusfäden fest, welche bei einigen durch eine Ausbucht oder selbst durch einen tiefen Einschnitt der einen Schale hervortreten. Die eigentlichen Kammmuscheln (Kammmuschel, Pecten varius, Fig. 20) sind die einzigen Blattkiemer, welche durch lebhaftes Auf- und Zuklappen ihrer Schale ziemlich rasch schwimmen können und die man auch deshalb sowie wegen ihrer bunten lebhaften Farben oft die Schmetterlinge des Meers genannt hat.

Ihnen nahe stehen die schweren **Klappmuscheln** (Spondylus spinosus, Fig. 21), deren Schale ebenso wie die der großen **Jakobsmuscheln** (Pecten jacobaeus) zu Schüsselchen für feine Gerichte benutzt werden. Alle diese Thiere werden gegessen.

Wir schließen an die Weichthiere einige Klassen an, über deren Stellung man, je mehr Studien gemacht werden, desto unsicherer werden muß. Daß die Armfüßer (Brachiopoda), die man wegen ihrer zweiklappigen Schale bisjetzt zu den Muschelthieren stellte, bald nur als Ordnung, bald als Klasse, überhaupt nicht zu den Weichthieren gehören, sondern einem andern Organisationsplane beigestellt werden oder selbständig einen bilden müssen, steht durch die neuesten Untersuchungen von Kowalewski namentlich fest — aber es will uns deshalb nicht räthlich erscheinen, sie ebenso wie die sogenannten Molluskoiden (Mantel- und Moosthiere) den Würmern zuzuweisen, die am Ende die Rumpelkammer werden, in welche man alles hineinwirft, was nicht leicht unterzubringen ist. Wir ziehen also vor, diese Klassen, deren verwandtschaftliche Beziehungen so schwer zu entwirren sind, hier abzuhandeln, ohne sie einem bestimmten Kreise oder Organisationsplane zuzutheilen.

Klasse der Armfüßer (Brachiopoda).

(Tafel 31, Figur 5 bis 9.)

Festsitzende, kopflose Thiere mit einer Rücken- und einer Bauchschale und entsprechenden Mantellappen und spiralig aufgerollten Armen, ohne Kiemenblätter, Fuß und Schloßband.

Der **Körper** dieser Thiere ist stets von einer zweiklappigen **Schale** umschlossen und entweder durch eine Schale oder durch einen bald sehnigen, bald fleischigen Stiel an dem Boden angeheftet. Man könnte sie also den Muschelthieren anreihen, wenn die Lagerung der Theile nicht eine ganz andere wäre. In der That werden die Muscheln durch einen Plan, welcher senkrecht von dem Schloßrande nach dem Schalenrande gelegt wird, in zwei gleiche, symmetrische Hälften getheilt, sodaß sie eine linke und eine rechte Schale haben. Bei den Armfüßern aber muß der Plan, der die Eingeweide und den ganzen Körper in zwei symmetrische Hälften theilt, mitten durch die Schalen gelegt werden, sodaß sie also eine obere (Bauchschale) und eine untere (Rückenschale) besitzen. Der Körper der Muschelthiere ist von den Seiten her zusammengedrückt, der der Armfüßer von oben her, das Schloß der Muschelschalen steht parallel mit der Körperachse, das Schloß der Armfüßerschalen in rechtem Winkel zur Körperachse. Der Körper ist innerhalb der Schalen von zwei aus sehnigen und contractilen Fäden gewebten Blättern eingefaßt, welche nach unten zu frei sind, nach oben hin aber einen Sack bilden, in welchem die Eingeweide eingeschlossen sind. Die freien Blätter dieses **Mantels**, welche dem äußern Umrisse der Schale nachgebildet sind und unmittelbar an der Innenfläche derselben anliegen, bestehen aus zwei aneinanderliegenden Lamellen, von welchen die äußere, den Schalen zugekehrte am Rande mit spröden steifen Borsten besetzt ist, während die innere zahlreiche blasige Gefäßerweiterungen trägt und außerdem noch häufig Verzweigungen der Geschlechtsorgane. Schlägt man diese Mantelblätter zurück, so entdeckt man zuerst zwei eigenthümliche **Arme**, die zu beiden Seiten des Mundes angebracht sind. Diese Arme, welche der ganzen Klasse den Namen gegeben haben, sind meistens spiralförmig aufgerollt und bestehen aus einer muskulösen Röhre, die nach beiden Enden hin geschlossen und während des Lebens mit Flüssigkeit erfüllt ist. Auf der Außenseite sind diese Arme mit außerordentlich vielen contractilen Fühlfäden besetzt, welche wahrscheinlich während des Lebens eine bedeutende Flimmerbewegung besitzen. Der Raum zwischen den freien Mantelblättern wird gänzlich von diesen Armen ausgefüllt, die bei verschiedenen Gattungen verschiedene Länge und Aufrollung zeigen und häufig durch besondere Kalkgerüste gestützt sind.

In der Mittellinie des Körpers neben dem Punkte, wo die Wurzeln der beiden Arme zusammenstoßen, befindet sich der nach unten gerichtete **Mund**, welcher nach oben in einen nur kurzen Schlund sich fortsetzt, der innerhalb des Eingeweidesacks in einen meist nur geringen Magen anschwillt und dann in einen gleichmäßig weiten **Darmkanal** sich fortsetzt, welcher zwischen den Lebermassen innerhalb des Eingeweidesacks

Fig. 16) gemein in Flüssen und Seen
s. Die nur wenig verschiedene Fluß-
l (Unio margaritiferus) kommt in Deutsch-
en Bächen vor und wird in Sachsen und
Perlengewinnung ausgebeutet, wobei aber
rauskommt, da die Flußperlen den See-
Schönheit und den künstlichen an Wohl-
stehen.

gehen zahlreiche Familien dieser Unter-
Erbsenmuscheln (Cycladida) in unsern
Teichen, die schweren Gienmuscheln
die Riesenmuscheln (Tridacnida), häufig
en oder Brunnenbecken benutzt, die Ar-
In (Arcida) und andere, alle im Meere.

er Ungleichmuskler (Heteromya).

hließmuskeln, von welchen aber der
ur klein oder kaum entwickelt ist.
tel ganz, stets vollkommen gespal-
Siphonen.

lenmuscheln (Aviculida) zeigen gleich-
ßen blätterige, innen sehr glatte Schalen,
die Lamellenschicht so stark ist, daß sie als
utter verarbeitet werden kann. Die Mu-
gleichschalig und gleichseitig, die Wirbel
geneigt, das Schloß gerade, linienförmig,
nz zahnlos oder nur mit einem sehr un-
Vorsprung versehen. Das Schloßband
ißen in einem Falze des Schloßrandes, der
vor den Wirbeln einen Ausschnitt für den
des Bartes zeigt. Der Körper ist meist
platt und klein im Verhältniß zu dem
ntel, der an seinem ganzen Rande frei ist.
st klein, rundlich und der hintere Muskel
gend gegen den vordern, dessen Eindruck
ht bemerkbar ist, daß man manche Gat-
einmuskelig hielt. Die Mundlappen sind
n aber weit nach hinten in ziemlicher Ent-
n dem Munde. Diese Muscheln heften sich
Barte äußerst fest an oder stecken selbst mit
ts gerichteten Wirbeln tief in dem Boden,
ihre klaffenden Schalenränder hervorschauen.
zu dieser Familie die echte Perlenmuschel
margaritifera, Taf. 31, Fig. 18 von
g. 19 von innen)', welche sich hauptsäch-
ersischen Meerbusen, um Ceylon und in
en Theile der Rothen Meeres findet und
erei dort einen wesentlichen Erwerbszweig
e echten Perlen sind krankhafte Erzeugnisse
oncentrischen Schichten derselben Substanz
aus welcher die innere Lamellenschicht der
mmengesetzt ist. Die Perlenfischerei wird
cher betrieben, welche mit Gewichten be-
it einem Sack am Gürtel und einem Eisen
en der Muscheln bewaffnet, sich auf den
ablassen und dort die Muscheln abstoßen.
n Haifische wegen, welche in diesen süd-
eren vorkommen, erscheint das Taucher-
mlich gefährlich, auch ist für jeden Taucher
ein Mann bestimmt, der auf ein gegebenes
n mit der größten Geschwindigkeit in die
ufziehen muß. Ein Taucher läßt sich etwa
is funfzigmal im Tage hinab, und soll an
Orten bis zu mehrern Tausend Muscheln in
sammeln können. Die gesammelten Mu-
den an die Sonne gelegt, wo sie bald ab-
assen und in Fäulniß übergehen. Man sucht
den verfaulten Muscheln die Perlen aus,
reinigt und polirt sie mit zerstoßener Perlmuttersubstanz
und liefert sie dann in den Handel.

Die Fischerei ist jetzt fast nur noch im ostasiatischen Meere im Persischen Meerbusen, um Ceylon, Madagascar u. s. w. betrieben; um die Antillen hat sie aufgehört.

Derselben Art gehören auch die Steckmuscheln (Pinna) an. Die hier abgebildete Art (Schinkenmuschel, Pinna nobilis, Fig. 17) findet sich im Mittelmeere. Der gelbgraue, seidenglänzende Byssus wird an einigen Orten (Neapel) zu Geweben benutzt.

Die Miesmuscheln (Mytilida) stehen durch die Form ihrer Schalen, das zahnlose Schloß, die vorwärts geneigten Wirbel, den schmalen zungenförmigen Fuß und den an seinem Grunde befindlichen Bart, sowie durch die ungleichen Schließmuskeln der vorigen Familie sehr nahe, unterscheiden sich aber dadurch, daß hinten in dem Mantel eine besondere Oeffnung für den After sich befindet, unter welchem eine kurze, mit verdickten Tastfransen versehene Röhre den Athemschlitz bildet. Die in den europäischen Meeren so häufig vorkommende eßbare Miesmuschel, sowie die Steindattel, (Fig. 13) welche die Strandfelsen des Mittelmeers anbohrt, gehören zu dieser Familie.

Die Miesmuscheln (Moule der Franzosen, Pedochio der Italiener) werden in vielen Orten förmlich gezüchtet, indem man Pfähle, Faschinen u. s. w. in schlammigen Buchten einsenkt, an welchen sich die Brut der Muscheln festhaftet, die nach zwei Jahren eßbar sind.

Ordnung der Einmuskler (Monomya).

Ein einziger Schließmuskel in der Mitte der Schalen. Vollständig gespaltener ganzrandiger Mantel ohne Bucht und Siphonen.

Die niedrigste, aber für die menschliche Oekonomie wichtigste Ordnung.

Die Familie der Austern (Ostreida) wird von meist schweren, dicken Schalen gebildet, die gewöhnlich sehr unregelmäßig und ungleichschalig sind. Die Muscheln haben eine meist platte Linsengestalt und die meisten Gattungen sind mit der linken tiefern Schale angeheftet, während die rechte flache Schale als Deckel dient. Das Thier ist im Verhältniß zu den Schalen meist nur klein und hat entweder, wie bei den eigentlichen Austern, gar keinen Fuß oder nur einen höchst rudimentären. Die Mantelränder sind in ihrem ganzen Umfange frei; die Kiemen dagegen an ihrem äußern Rande miteinander verwachsen. Der Schließmuskel ist sehr groß, in der Mitte des Thiers gelegen und deutlich aus mehrern Abtheilungen zusammengesetzt, die bei einer Gattung sogar so sehr getrennt sind, daß sie drei deutliche, nebeneinanderliegende Eindrücke auf der einen Schale hinterlassen. Das Schloß ist klein, dreieckig und zahnlos oder höchstens aus zwei im Winkel zusammenlaufenden Leisten gebildet; das Schloßband liegt innerlich. Die Familie der Austern schließt sich am nächsten an die Armfüßler durch die Gattung Anomia an, bei welcher die untere flache Schale von einem knorpeligen Fortsatz der mittlern Abtheilung des Schließmuskels durchbohrt wird, welcher Fortsatz zum Anheften an Felsen dient. Bei den meisten Gattungen dieser Familie sind die Schalen äußerst blätterig, etwa wie bei der gewöhnlichen Auster. Diese, welche fast an allen europäischen Küsten vorkommt und bekanntlich eine leckere Speise bildet, siedelt sich auf weite Strecken hin in bedeutenden Massen, sogenannten Austerbänken an. Sie wird mit eigenthümlichen Schleppnetzen aufgefischt, welche mit einem eisernen Rechen versehen sind, den

belthieren am Anfange und vor dem Eingange in den eigentlichen Schlund ausbildet. Bei den gemeinschaftlich lebenden Seescheiden fließt die äußere Mantelschicht der einzelnen Individuen zusammen, sodaß eine gemeinschaftliche Gallerthülle gebildet wird, in welcher die einzelnen Thiere stecken und aus welcher sie ziemlich leicht gelöst werden können. Die Auswurfsöffnungen sind bei vielen dieser Thiere so gestellt, daß sie in eine einzige Kloake münden, während jedes seine besondere Einnahmeöffnung besitzt.

Die letztern Manteltiere leben entweder in Colonien oder vereinzelt und meistens am Boden festgeheftet. Ihre einzige Bewegungsthätigkeit beschränkt sich in diesem Falle auf Oeffnung und Schließung der Oeffnungen ihres Mantels und meist nur geringe Zusammenziehungen desselben. Die Freilebenden sind Schwimmer und bewerkstelligen dies auf eigenthümliche Weise. Sie schlucken nämlich das Wasser mit bedeutender Heftigkeit ein, und indem sie es mit ebenso großer Lebendigkeit wieder auspressen, werden sie durch den Rückstoß des ausströmenden Wassers vorwärts getrieben. Es werden diese Schluckbewegungen bei denjenigen Individuen, welche in Ketten vereinigt sind, gemeinschaftlich ausgeführt, und bei den Feuerzapfen, wo viele Individuen gemeinschaftlich in einem schwimmenden Mantel stecken, von diesem Mantel selbst bewerkstelligt.

Das Nervensystem der Manteltiere besteht immer nur aus einem einzigen größern Nervenknoten, welcher stets in der Nähe der Einnahmeöffnung des Mantels auf der Rückenfläche sich befindet. Bei den Salpen sitzt auf diesem Nervenknoten, der fast die Gestalt eines Kessels hat, unmittelbar das einzige Auge auf, welches meist von dunkelrothem Pigment umgeben ist. Bei manchen Seescheiden hat man in der Umgebung der Mantelöffnungen, die durch einen Stern dreieckiger Fransen geschlossen werden können, ebenso viel gelb gefärbte Flecken wahrgenommen, als Fransen vorhanden sind. Man hat zwar diese Flecken für Augen erklärt, ohne aber genauere Beziehung zum Nervensystem nachweisen zu können. Große Augenanlagen, die aber rückgebildet werden, finden sich bei den Larven der Seescheiden. Hörorgane sind zweifelhaft. Als Tastorgane mögen die Fransen und Lippen an den Oeffnungen dienen.

Der Darmkanal ist bei den meisten Manteltieren nur unvollständig entwickelt. Die Einnahmeöffnung des Mantels führt in einen sehr geräumigen weiten Sack, welcher die Kiemen enthält und an dessen Bauchseite eine von zwei flimmernden Falten umgebene Rinne, die Bauchrinne, welche von einem festen, im Mantel gelegenen Stabe, dem Endostyl, gestützt ist, gegen den Mund hinführt. Ganz im Hintergrunde dieses Sacks findet sich meist ziemlich verborgen die einfache, schlitzartige, stets waffenlose Mundöffnung, welche in einen gewöhnlich dünnhäutigen Darm führt, der mehr oder weniger deutlich in einen Magen und einen ausführenden Darm zerfällt. Der Darmkanal selbst ist meist mehrfach gewunden und öffnet sich in die Mantelhöhle, von wo aus die Excremente durch die Auswurfsöffnung ausgestoßen werden. Die Endigung des Darmkanals, der eigentliche After, befindet sich auf diese Weise oft ziemlich weit von der Auswurfsöffnung des Mantels, und zwischen diesen beiden Oeffnungen ist ein ziemlich weiter Raum, eine wahre Kloake, in welche außer den Excrementen die Producte der Geschlechtstheile, Samen, Eier und Junge, entleert und später durch die Mantelöffnung ausgeworfen werden.

Keinem Manteltiere fehlt eine Leber, sie ist indeß in Verhältniß zu den übrigen Weichthieren nur äußerst gering entwickelt. Sie besteht meist nur in einer gelblichen oder bräunlichen Drüsenschicht, welche die Wandung des Darmkanals färbt; bei einigen indeß zeigt sich ein Packet kurzer Schläuche, die eine bräunlich-gelbe Farbe besitzen und als Leber angesprochen werden.

Das Blutgefäßsystem der Manteltiere ist äußerst entwickelt und die Bewegung desselben stets von einem eigenen schlauchförmigen Herzen vermittelt, welches entweder in der Nähe des Athemorgans oder auch tief im Grunde des Körpers liegt. Von diesem Herzen aus gehen Blutströmungen, die entweder in Canälen ohne Wandungen verlaufen, oder auch sich überall in den Zwischenräumen der Räume und Organe verbreiten. Merkwürdig und eigenthümlich ist aber der Umstand, daß bei allen Manteltieren die Richtung des Blutstroms periodisch wechselt. Das Herz, welches sich wurmförmig fortschreitend zusammenzieht, macht eine gewisse Anzahl von Pulsationen in der Richtung von hinten nach vorn, dann steht es plötzlich still und beginnt hierauf seine Pulsationen wieder, aber in der Richtung von vorn nach hinten. So wechselt es in unregelmäßigen Zwischenräumen, oft von mehrern Minuten, ab und in allen Gefäßen sieht man das Blut abwechselnd von links nach rechts strömen, dann stocken und hierauf die entgegengesetzte Richtung befolgen. Bei den durchsichtigen Manteltieren kann man sich sehr leicht überzeugen, daß die verschiedenen Richtungen des Blutstroms lediglich vom Herzen angegeben werden, und daß die Welle, welche von dem Herzen aus fortgeschoben wird, sich nur nach und nach durch die Verzweigungen der Gefäße fortpflanzt. Man kann also bei den Manteltieren durchaus nicht von Arterien und Venen, von ab- und zuführenden Gefäßen sprechen, da die Richtung des Blutstroms in den Gefäßen stets wechselt.

Die Athemwerkzeuge sind bei den Manteltieren in hohem Grade entwickelt und nach zwei verschiedenen Typen gestaltet. Bei den Seescheiden tritt das Wasser durch die Aufnahmeöffnung des Mantels in einen weiten Kiemensack, dessen ganze innere Fläche von einem Gitterwerke ausgekleidet ist, das enge Maschen zeigt und wo jede Masche mit äußerst lebhaft schwingenden Wimperhaaren ausgekleidet ist. Der Wirbelstrom, den diese Wimperhaare erregen, zieht das Wasser durch die äußere Oeffnung in den Kiemensack herein. Jede Masche bildet einen Schlund, durch den das Wasser nach außen abfließt, sich in der Kloake sammelt und durch die Auswurfsöffnung des Mantels ausgestoßen wird. Bei den Salpen dagegen bildet der Kiemensack den größten Theil des Körpers und die Kieme hat die Gestalt eines schiefen Balkens, der schräg von oben nach unten und von vorn nach hinten in dem Sacke ausgespannt ist. Die Wand des Kiemensacks ist vollkommen glatt, der Kiemenbalken aber rundum mit flimmernden Rippen besetzt und von einer großen Zahl von Gefäßen durchzogen. Das Wasser wird vorn eingeschluckt, umspült die Kieme und wird hinten wieder ausgeworfen.

Alle Manteltiere sind Zwitter, pflanzen sich aber außer durch geschlechtliche Zeugung, auch noch durch Knospen, theilweise selbst durch Ammenzeugung fort. Hoden und Eierstöcke stellen beide bandartige Stränge dar, welche gewöhnlich an dem Darmkanal selbst angeheftet sind, und entwickeln sich meist nur periodisch, sodaß es einer mikroskopischen Prüfung bedarf, um nach dem Inhalte die Organe zu unterscheiden. Begattungsorgane fehlen durchaus. Wie es scheint befruchtet jedes Individuum seine eigenen Eier durch

die von ihm hervorgebrachten Samenthierchen. Die Entwickelung des Embryos sowie die Art und Weise der Fortpflanzung ist bei jeder einzelnen Ordnung so eigenthümlich, daß wir sie bei diesen behandeln werden.

Ordnung der Seescheiden (Ascidiae).

Mündungen genähert, das Ganglion zwischen beiden. Kiemensack mit Kiemenspalten.

Die Ordnung besteht aus völlig unsymmetrischen Thieren, deren beide Mantelöffnungen meist sehr nahe aneinandergerückt sind. Sie sitzen alle entweder auf dem Boden oder in einem schwimmenden Mantel fest und bilden häufig Colonien von schwammartigem Ansehen, die oft mit den lebhaftesten Farben geziert sind. Die Einnahmeöffnung des Mantels befindet sich meist an dem vordern Ende des Thiers und ist fast immer rund oder eiförmig; sie kann durch zackenförmige Lappen geschlossen werden, die gewissermaßen eine Art von Reuse bilden, durch welche das in die Kiemen eintretende Wasser durchgeseiht wird. Die Auswurfsöffnung des Mantels liegt meist auf der Rückenfläche in geringer Entfernung von der Aufnahmeöffnung; zwischen beiden ist der Nervenknoten angebracht. Die Aufnahmeöffnung des Mantels führt in einen weiten, ringsum gegitterten Kiemensack, dessen Maschen geschlitzt sind und auf dessen Grunde sich die eigentliche Mundöffnung befindet. Auf der Bauchfläche dieses Kiemensacks befindet sich ein äußerst lebhaft flimmernder Halbkanal, welcher die Bestimmung zu haben scheint, die mit dem Wasser in den Kiemen eintretenden Nahrungsstoffe nach dem eigentlichen Munde hinzuleiten. Der Darmkanal, der im Grunde des Kiemensacks beginnt, zeigt stets eine oder mehrere schlingenförmige Biegungen und öffnet sich meist in einiger Entfernung von der Auswurfsöffnung des Mantels in die Kloake. Hoden und Eierstock sind meist miteinander verbunden, und ersterer öffnet sich häufig durch einen längern gewundenen Kanal ebenfalls in die Kloake, wo auch die Eier so lange verbleiben, bis die Larve in ihrem Innern vollständig gebildet ist. Das Herz liegt bei den Seescheiden bald frei im Grunde des Körpers, bald mehr nach vorn, neben dem Kiemensacke; es ist an beiden Enden offen und treibt die farblose Ernährungsflüssigkeit in allen Zwischenräumen der Organe umher, ohne daß man besondere Kanäle oder Gefäße unterscheiden könnte.

Die Fortpflanzung ist in der letzten Zeit mit großer Sorgfalt studirt worden. Die Eier erhalten schon im Eierstocke besondere Hüllen, die mit der Mantelbildung in Beziehung stehen. Dann sieht man die mehr oder minder entwickelten Eier, welche aus einem meist gelblichen Dotter, einem hellen Keimbläschen und einer dicken structurlosen Hülle bestehen, neben den Auswurfsstoffen in der Kloake sich sammeln, wo sie oft so groß werden, daß sie eine Art Bruchsack bilden. Der ganze Dotter spaltet sich, bildet einzelne Zellen und bald unterscheidet man einen kugelförmigen Embryo, an dessen einer Seite ein langer Schwanz herumgebogen ist. Dieser Schwanz löst sich nach und nach ab und der Embryo besteht nun aus einem eiförmigen Körper, von einer glashellen Hülle, dem innern Mantel, umgeben, und einem langen Schwanze, in welchen hinein sich die gelbe Dottersubstanz fortsetzt. Durch peitschenförmige Bewegungen dieses Schwanzes schwimmt die Larve, die nun aus der Kloake in das Wasser tritt, im Wasser umher, setzt sich dann später mit dem Boden fest, verliert den Schwanz und wandelt sich in eine Seescheide um. Nur selten fehlt der Schwanz (Molgula); meist besitzt die Larve saugnapfartige Verlängerungen des Dotters an die Oberfläche der Mantelhülle, durch welche sich die Larve temporär anheften kann. Die definitive Anheftung geschieht durch die untere Fläche des Mantels neben dem Schwanze.

So verhält sich im allgemeinen die äußere Formentwickelung bei den einfachen Ascidien. Anders verhält es sich bei vielen zusammengesetzten Seescheiden, wo viele Thiere gemeinschaftlich unter einem und demselben Mantel stecken und ihre Auswurfsöffnungen in gemeinschaftliche Kanäle münden, in verzweigte Kloaken, die in einer einzigen großen Oeffnung zusammenfließen. Bei diesen zusammengesetzten Seescheiden stehen die einzelnen Thiere sternförmig um die gemeinschaftliche Kloakenöffnung, und dieser Bildung entsprechend entsteht in dem Ei aus dem einfachen Dotter nicht ein Embryo, sondern ein Kreis von Embryonen mit einer gemeinschaftlichen Kloakenöffnung. Man sieht den Dotter, ebenso wie bei den einfachen Eiern, sich spalten, Zellen bilden, dann findet man einen einfachen Dotterkern mit umgeschlagenem Schwanz, der sich bald ablöst. In der Mitte dieses geschwänzten Dotters, der sich ebenso bewegt wie ein einfacher Embryo, bildet sich nun die hervorstehende gemeinschaftliche Kloakenöffnung, umgeben von einer gewissen Anzahl von Höckern oder Wärzchen, deren jedes allmählich zu einem besondern Thiere auswächst. Der Embryo im Ei zeigt also schon die ursprüngliche gesellschaftliche Colonie, welche sich dann durch Sprossenbildung weiter ausdehnt. In ähnlicher Weise enthält bei den Feuerzapfen jedes ausgebildete Ei vier Junge, welche gemeinschaftlich im Stern um eine mittlere Achse herumstehen und die Grundlage des ganzen Zapfens darstellen.

Wenn diese äußere Formenbildung schon auffallend genug ist, so erscheint die innere um so interessanter, als hier eine unverkennbare Analogie mit den Wirbelthieren in der ersten Anlage sich darstellt. Es bildet sich nämlich eine auf der Außenfläche des Embryo geöffnete Rückenfurche, die sich durch allmähliche Schließung zu einem centralen Nervensysteme, ähnlich den Hirn- und Rückenmarkanlagen der Wirbelthiere, gestaltet, und unter derselben ein Zellenstrang, welcher der Wirbelsaite (Chorda dorsalis) entspricht. Der Hirnraum bildet sich allein aus und zeigt Anlagen eines Auges und Ohres. Er steht noch lange durch eine Oeffnung nach außen, die zugleich Mundöffnung wird, mit dem Anfange des Darms und der Mantelhöhle in Verbindung, verkümmert aber allmählich zum Ganglion. Die dem Rückenmarke entsprechende Anlage, die nebst der Chorda in den Schwanz sich erstreckt, wird mit dieser bei der Umwandlung abgeworfen. Die Kiemen entstehen ursprünglich als einfache Spalten in ähnlicher Weise wie bei dem Amphioxus, vermehren sich nach und nach und bilden so den Kiemensack. Erst später brechen die Ein- und Ausfuhröffnungen nach außen durch. Es zeigt sich demnach bei der Entwickelung der Seescheiden aus dem Ei im ersten Anfange eine unverkennbare Analogie mit dem Wirbelthiertypus, aber mit dem ersten Unterschied, daß bei den Seescheiden diese Wirbelthieranlagen bald abgeworfen, bei dem Wirbelthiere dagegen weiter ausgebildet werden.

Außer der Fortpflanzung durch einfache oder zusammengesetzte Embryonen kommt bei den genannten und zusammengesetzten Seescheiden die Fortpflanzung durch Knospen ziemlich häufig vor. Es [illegible] an dem Grunde [illegible] Thiere Ausläufer [illegible] in Form von [illegible] Wurzelfasern, in [illegible] die Blutcirculation [illegible] fortsetzt. In den [illegible]

Enden dieser Wurzelfasern sammelt sich eine granulirte Masse an, welche immer mehr wächst und bald die Form einer Seescheide erkennen läßt, die mit dem mütterlichen Körper verbunden bleibt. Bei den Feuerzapfen findet sich in ähnlicher Weise wie bei den Salpen ein Keimstock, auf dem Embryonen sich durch Knospung bilden.

Die Schwanzscheiden (Appendicularida) stellen den Larvenzustand permanent dar. Sie besitzen eine äußerst durchsichtige große Hülle; der Kiemensack hat nur wenige Kiemenspalten und der Körper behält zeitlebens den langen Larvenschwanz, mit dem sie im Meere schwimmen.

Die Familie der einfachen Seescheiden (Ascidida) bildet meist unförmliche warzige Körper von knorpeliger Härte, auf deren Außenfläche sich alle mögliche Arten kleinerer Thiere ansiedeln, sodaß man oft Mühe hat, an der schwammigen Ungestalt die beiden Mantelöffnungen und überhaupt die ganze thierische Natur zu erkennen. In dem dicken Mantelsacke liegen die Eingeweide neben dem weiten Kiemensacke auf einen gemeinschaftlichen Knäuel zusammengedrängt. Die einfachen Seescheiden bilden niemals Ausläufer oder Knospen wie die geselligen, sondern pflanzen sich nur durch Eier fort. Wir bilden eine Art aus dem Mittelmeere ab (Warzenseescheide, Cynthia papillosa, Taf. 31, Fig. 28), die nur die beiden Oeffnungen erkennen läßt, und eine andere durchsichtige Art aus dem norwegischen Meere (Rhopalasia, Fig. 27), bei welcher man durch den Mantel hindurch die feinen zur Zusammenziehung dienenden Muskelstreifen, den Kiemensack, den im Grunde des Körpers gelegenen Eingeweideknäuel und den Afterdarm in der Kloake rechts unterscheiden kann.

Die Keulenscheiden (Clavellinida), mit gestielten Körpern, aus deren Wurzeläsen oder Stämmen neue Individuen durch Sprossung entstehen, die aber selbständig sind, bilden den Uebergang zu den zusammengesetzten Seescheiden (Ascidiae compositae), die gemeinsame Stöcke von meist schwammiger oder lederartiger Beschaffenheit bilden, welche wie gefärbte Gallertklumpen die Oberfläche der Körper in dem Wasser überziehen und meist sich auf Steinen oder auf Seepflanzen festsetzen. Berührt man einen solchen Klumpen, der wie eine leblose, halbweiche, lederartige Masse erscheint, so spritzen plötzlich aus einer Menge von Oeffnungen desselben feine Wasserstrahlen empor. Betrachtet man nun den Klumpen genauer, so unterscheidet man bald die einzelnen Aufnahmeöffnungen der Thiere, welche meist sternförmig um die gemeinschaftlichen Kloakenöffnungen gruppirt sind, aus denen das Wasser bei der Zusammenziehung hervorgespritzt wurde. Die Thiere stecken mehr oder minder senkrecht in den schwammförmigen Massen und haben meist eine cylindrische oder spindelförmige Gestalt, die gewöhnlich von oben nach unten drei Abtheilungen erkennen läßt. Der obere weitere Theil des Körpers enthält den Kiemensack und die Kloake, der mittlere die Schlinge des Darmkanals, der untere oft stabförmig verlängerte Theil die Windungen der krausenförmigen Geschlechtstheile und im tiefsten Grunde das Herz. Diese einzelnen, oft wohlgeschiedenen Abtheilungen schieben sich indeß bei manchen Gruppen von Gattungen so zusammen, daß endlich das Thier nur eine einfache eiförmige Masse darstellt, in welcher an den Seiten und am Grunde des Kiemensacks Darmschlinge, Geschlechtstheile und Herz zusammengedrängt sind. Die abgebildete Art (Goldbotryll, Botryllus genneus, Fig. 29) findet sich im Ocean und Nordmeer auf Tangblättern.

Familie der Feuerwalzen (Pyrosomida.) Man findet häufig in den südlichen Meeren schwimmende, gallertartige, zuweilen fußlange Körper, welche eine die Gestalt eines Tannenzapfens haben und eine weite innere Höhlung zeigen, die eine kreisrunde Oeffnung an dem breiten Ende besitzt. Der Cylinder schwimmt langsam mit abwechselnden Zusammenziehungen, durch welche er das Wasser aus seinem Innern herausdrückt. Bei Nacht leuchtet er in vollem Glanze wie weißglühendes Eisen. Das Leuchten beginnt an einem kleinen Pünktchen und verbreitet sich dann zitternd über die Oberfläche des Zapfens, bis er ganz in Glut steht. Untersucht man einen solchen Zapfen genauer, so findet man, daß er nur einen gemeinschaftlichen Mantel darstellt, daß seine innere Höhle die gemeinschaftliche Kloake, und seine Oeffnung die Kloakenöffnung für eine ungemein große Anzahl kleiner Thiere ist, die in dem Mantel stecken und den Seescheiden sehr ähnlich sehen. (Einzelthier einer Feuerwalze, Pyrosoma giganteum, Taf. 31, Fig. 26.) Ihre Einnahmeöffnung befindet sich auf der Außenfläche des Cylinders, während der gerade gegenüberstehende After in die innere Höhlung des Zapfens einmündet. Es besitzen diese Thiere einen weiten gegitterten Kiemensack, wie die Seescheiden, an dessen Grunde das Herz, der gewundene Darmkanal, der sehr große kugelige Eierstock und eine aus rosettenartig zusammengesetzten Blindsäcken gebildete Leber liegt. Links ein Zäpfchen, der Keimstock, auf welchem die Junge bilden. In der Kloake sieht man häufig mehr oder minder ausgebildete Junge, welche zu vieren zusammengestellt erscheinen. Sehr deutlich ist auf der Rückenfläche des Kiemensacks der große Nervenknoten mit einem aufsitzenden Auge. Durch die Structur ihres Kiemensacks nähern sich die Feuerzapfen den Seescheiden, mit welchen sie auch in der Fortpflanzungsweise übereinkommen, während die schwimmende Ortsbewegung, der leuchtende Eingeweideknoten (denn nur Leber, Darm und Eierstock theilen diese Eigenschaft) die Gegenstellung der Einnahme- und Auswurfsöffnung und die Existenz eines Auges sie den Salpen anreihen.

Ordnung der Walzenscheiden oder Salpen (Biphora).

Auswurfsöffnungen gegenübergestellt. Generationswechsel durch Knospung auf einem Keimstocke. Kiemen stab- oder bandförmig.

Die Ordnung begreift nur schwimmende Thiere von glasheller Durchsichtigkeit, welche besonders in wärmeren Meeren sehr häufig vorkommen. Der größte Theil des Körpers wird von einem länglichen, oft mit sonderbaren Spitzen und Anhängen versehenen Kiemensacke gebildet, der deutlich aus einer äußern Mantelschicht und einer innern Hautschicht besteht, in welcher Bündel oder kranzweise Bänder angebracht sind. Die Eingeweide sind in einen kleinen runden Knoten zusammengedrängt, den man den Kern oder Nucleus nennt und der meist eine rothe oder gelbe, selten eine blaue Farbe hat und in der Nacht mit lebhaftem rothgelbem Lichte leuchtet. An dem vordern Ende des walzenförmigen Körpers befindet sich eine quere, von beweglichen Lippen umgebene Oeffnung, welche in den weiten Kiemensack führt. Hinter diesem Maule auf der Rückenfläche ist der meist runde Kiemenballen angeheftet, der sich in schiefer Richtung durch den Kiemensack nach unten gegen den Kern hin spannt, wo seine hintere Anheftungsstelle sich befindet. Der Kiemenballen ist eigentlich ein rundliches hohles Rohr, welches auf seiner Außenfläche eine Menge von Querschlitzen zeigt, die mit lebhaft flimmernden Wimpern

haaren besetzt sind. Auf der Rückenfläche, und zwar an der Anheftungsstelle des Kiemenbalkens, sieht man sehr deutlich den Nervenknoten mit seinen nach allen Seiten hin ausstrahlenden Nerven und dem unmittelbar darauf sitzenden, von dunkelbraunrothem Farbstoffe eingehüllten Auge. Auf der Bauchfläche des Kiemensacks gewahrt man eine ähnliche Rinne mit Flimmerhaaren ausgekleidet, wie wir sie schon bei den Seescheiden erwähnten, und noch außerdem vorn an dem Maule eine meist schlingenförmig gewundene Flimmerfurche, deren Bedeutung noch nicht weiter ergründet ist.

Der meist runde, roth oder gelb gefärbte Eingeweideknäuel wird vom dem Darmkanal, der Leber, den Geschlechtstheilen und dem Herzen gebildet. Der eigentliche Mund öffnet sich in der Nähe der hintern Auswurfsöffnung des Kiemensacks als ein ovaler Schlitz und führt in den einfachen Darmschlauch, welcher überall von der Leber und den Geschlechtstheilen umgeben oder gleichsam in dieselben eingegraben ist, sodaß es sehr schwer hält, diese einzelnen Eingeweide voneinander zu isoliren.

Man findet die Walzenscheiden schwimmend im Meere in zwei verschiedenen gesellschaftlichen Zuständen. Meistens bilden sie Ketten, in der Art, daß lange Reihen von Individuen durch die Spitzenfortsätze ihres Körpers oder mit den Seiten aneinander geheftet sind, sodaß man in dem Meere ein langes Band schwimmen sieht, welches mit einer großen Anzahl rother Kerne in abwechselnden Reihen besetzt ist. Alle Thiere, welche zu einer solchen Kette gehören, schlucken im Taktmaße Wasser ein, um es durch die hintere Oeffnung wieder auszutreiben, und so bewegt sich die Kette stoßweise fort. Ein Thier, welches einmal von der Kette losgerissen ist, kann sich nicht mehr mit derselben vereinigen, denn es klebt mit seinen Genossen nur durch verhärteten Schleim zusammen. Außer diesen zu Ketten verbundenen Individuen gibt es aber aber auch Walzenscheiden, die niemals und unter keinen Umständen zu Ketten verbunden gefunden werden und die in ihrer Gestalt nicht mit den verketteten Individuen übereinstimmen. Man hat aus diesen eigene Arten gemacht, bis man in der neuern Zeit entdeckte, daß verkettete und vereinzelte Individuen, wenn auch oft verschieden in ihrer Form, dennoch nur sehr verschiedene Entwickelungszustände einer und derselben Art seien. Man findet nämlich bei allen Walzenscheiden in der Nähe des Herzens eine Art Knopf oder einen Zapfen, in welchem ein starker Blutstrom auf- und absteigt und der anfangs nur höchst unbedeutend erscheint. Nach einiger Zeit bemerkt man auf diesem Zapfen einige Erhabenheiten wie Wärzchen, die nach und nach wachsen und nun einen Kreis von Embryonen bilden, welche um den Zapfen herum gelagert sind. Es bildet also dieser Zapfen einen wahren Ausläufer oder Stolo, bestimmt durch Knospung Junge zu erzeugen, und es ist diese Knospung äußerst productiv, indem man oft drei oder vier hintereinander folgende Reihen von Embryonen verschiedenen Alters an einem und demselben Individuum um den knospentragenden Knopf geschlungen sieht. Diese successiven Generationen trennen sich nach einiger Zeit, wenn sie ihre gehörige Größe erlangt haben, von dem Zapfen los und schwimmen nun als Ketten umher. Es klärt sich leicht aus dieser Art der Entwickelung, warum in den Ketten, welche von Anfang an zusammenhingen, die einzelnen Individuen alle dieselbe Größe haben: sie sind Producte derselben gemeinschaftlichen Knospenzeugung.

Die vereinzelten Individuen pflanzen sich nur durch Knospenzeugung fort, und man wird deshalb selten ein solches Individuum treffen, welches nicht eine oder mehrere Ketten von Embryonen an seinem Knospenzapfen umhertrüge. Die verketteten Individuen dagegen besitzen eine geschlechtliche Zeugung, durch welche jedes Thier nur einen einzigen Embryo erzeugt. Schon während der Zeit nämlich, wo die verketteten Thiere noch in ziemlich unentwickeltem Zustande um den Knospenzapfen geschlungen sind, bildet sich an ihrer Rückenfläche ein Ei aus, welches nach und nach so sehr anwächst, daß es weit in die Kiemenhöhle hineinragt. Neben diesem Ei bildet sich eine Art Mutterkuchen (placenta) aus, ein runder Körper, welcher einen lebhaften Blutzufluß erhält und mit dem auf der andern Seite die Blutcirculation des werdenden Embryos in Verbindung steht. Neben diesem Mutterkuchen findet sich im embryonalen Körper noch ein zweites räthselhaftes Organ aus einzelnen Oelzellen zusammengesetzt, das man den Oelkörper (Elaeoblast) genannt hat und das während des Auswachsens des Embryos allmählich verzehrt wird. Die genauere Entwickelung des Embryos selbst ist noch nicht im einzelnen bekannt, obgleich man häufig junge verkettete Walzenscheiden findet, welche Embryonen enthalten, die noch durch den Mutterkuchen mit dem Mutterthiere verbunden sind. Ueberhaupt hat auch die Entstehung und Befruchtung eines Eies in noch nicht entwickelten Thieren manches Räthselhafte.

Wie dem auch sei, so ist doch so viel festgestellt, daß jede Art von Salpen aus zwei abwechselnden Reihen von Individuen zusammengesetzt wird: aus verketteten und vereinzelten Thieren. Jedes vereinzelte Individuum erzeugt durch Knospung Ketten, und jedes in einer Kette befindliche erzeugt wieder einen vereinzelten Embryo, der während seines ganzen Lebens vereinzelt bleibt.

Wir bilden von einer im Mittelmeeere häufigen Art (Salpa pinnata), deren Darmkanal nicht verknäuelt ist Taf. 31, Fig. 24 ein Einzelindividuum ab, das rechts den Keimstock mit den Jungen zeigt, und Fig. 25 ein Kettenindividuum, welches in der Kiemenhöhle links einen Embryo enthält.

Noch complicirter erscheint die Knospenzeugung bei den Tonnensalpen (Doliolum), auf die wir nicht näher eingehen.

Klasse der Moosthiere (Bryozoa).

(Tafel 31, Figur 30 bis 33.)

Polypenähnliche, meist Thierstöcke bildende Thierchen mit flimmernden Fühlfäden, einfachem Nervenganglion und getrenntem Verdauungsapparat, der Mund und After besitzt.

Die Moosthiere sind kleine polypenähnliche Thiere, welche fast immer Colonien bilden und unter allen Umständen von Zellen umgeben sind, in welche sich die Thiere bald vollständig, bald nur theilweise zurückziehen können. Oft sind diese Zellen nur hornig oder biegsam wie Pergament, ja sogar zuweilen sehr [illegible] häutig und gallertartig; oft stehen sie auf eigenen [illegible] len, welche sich aus einem Netzwerke von Röhren heben, das durch Ausläufer sich weiter verbreitet, bald wie die Wurzelstöcke gewisser Pflanzen [illegible] Boden hinkriecht, bald auch sich erhebt und [illegible] stens baumartig verästelt sich zeigt. In [illegible] Fällen aber, und namentlich bei den [illegible] den Moosthieren, sind die Zellen [illegible] Es finden sich indeß in diesen [illegible] Strahlen oder innere Scheidewände

welche in den Korallen vorkommen, und in vielen Fällen sieht man außen an denselben Spitzen, Stacheln und Hörner, welche ganz constant sind und sehr wohl zur Unterscheidung der Arten benutzt werden können. Die Zelle selbst ist stets von der Haut des Thiers in der Weise ausgekleidet, daß dieses gewissermaßen einen doppelten Sack bildet, wodurch eine eigene Leibeshöhle hergestellt wird, welche mit den Fangarmen im Zusammenhange steht und in der der Darmkanal frei aufgehängt erscheint.

Da alle Moosthiere ohne Ausnahme zusammengesetzte Colonien bilden, so kann von eigentlichen Ortsbewegungen keine Rede sein. Doch hat man bei einigen Süßwassermoosthieren, deren zusammengesetzter Polypenstock nicht festgewachsen ist, ein sehr langsames Fortgleiten des ganzen Stocks beobachtet. Die Bewegungen der übrigen Moosthiere beschränken sich auf das Ausbreiten ihrer Fangarme, sowie auf das Entfalten und das Zurückziehen ihres Körpers in die Zelle. Zu diesem letztern Zweck sind wohlausgebildete Muskelbündel vorhanden.

An den Stöcken finden sich häufig besondere Bildungen, welche als um- oder rückgebildete Individuen betrachtet werden können; kugelige Eizellen, welche Brutindividuen sein mögen; Kapseln mit langem, peitschenförmigem, willkürlich bewegtem Fortsatze (Vibracula), und endlich die sogenannten Avicularien. (Taf. 31, Fig. 32, Crisia). Es sind Zangen oder Greiforgane, die einem Vogelkopfe nicht unähnlich sehen, indem sie einen starken obern und einen dünnen untern Zangenarm besitzen. Bei einigen Gattungen haben diese Vogelkopforgane einen besondern Stiel, bei andern nicht. Diese Organe sind in beständiger, pendelartig schwingender Bewegung, während zugleich die Zange von Zeit zu Zeit geöffnet und geschlossen wird, was durch deutliche Muskelbündel geschieht.

Der Nervenknoten, welcher bei vielen Moosthieren erkannt ist, liegt in unmittelbarer Nähe des Mundes auf der Rückenfläche, zwischen diesem und dem After. Er ist sehr klein und scheint bei einigen aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzt. Außerdem soll noch ein besonderes Colonialnervensystem in den Wurzeln einiger Thierstöcke existiren. Augen- oder Ohrenbläschen fehlen durchaus.

An dem Vorderende des Körpers befindet sich bei allen Moosthierchen ein Kreis lebhaft flimmernder Fangfäden, deren jeder eine hohle, mit der Leibeshöhle in Verbindung stehende Röhre darstellt, in welcher durch innere Wimperbewegung die Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, auf- und niedergetrieben wird. Der Strudel, den die äußern, auf diesen Fangarmen befindlichen Wimpern im Wasser erregen, treibt die Nahrungsstoffe, kleine Thierchen u. s. w. im Grunde des Fühlerkranzes zusammen und nach dem dort befindlichen Munde hin. Es sind also diese Fühler wesentlich zum Haschen der Nahrung bestimmt, wenn sie auch nebenbei durch das stete Wechseln des Wassers auf der Oberfläche, mittels der Flimmerströmung, als Athemwerkzeuge dienen können, die im übrigen den Moosthierchen ganz abgehen. Zwischen diesen Fangfäden, welche bald einfach in einem Kreise stehen, bald auch von zwei seitlich angebrachten Armen getragen werden, befindet sich der Mund, der bald von einer Klappe geschlossen werden kann, bald meist in eine weite flimmernde Mundhöhle und von da in einen muskulösen, oft kugelig verdickten Schlund führt. Der Magen liegt im Grunde der Leibeshöhle und stellt einen meist bündelartigen Sack dar, der sich nach vorn in einen Darm fortsetzt, welcher sich in einen an dem vordern Ende außer dem Fühlerkranze neben dem Munde befindlichen After öffnet. Der Darmkanal bildet also eine förmliche Schlinge, deren Oeffnungen sich am vordern Ende des Körpers befinden, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem Darmkanal der eigentlichen Polypen und der Quallenpolypen, während er sich demjenigen der Manteltiere nähert.

Die ganze äußere Fläche des in der Leibeshöhle aufgehängten Darmschlauches wird von der wasserhellen Flüssigkeit, welche diese Höhle erfüllt, umspült. Die äußere Fläche des Darmrohrs sowol wie die innere der Leibeswandung ist mit Wimperhaaren besetzt, welche äußerst lebhaft flimmern und eine beständige Strömung der Flüssigkeit erzeugen, die stets in derselben Richtung vor sich geht und sich in den Wurzelröhren der Colonie fortsetzt. Diese Saftströmung dient statt eines eigentlichen Kreislaufs der Ernährungsflüssigkeit, denn Herz und Gefäße fehlen durchaus.

Die Moosthiere sind Zwitter; die Geschlechtsorgane, Hoden und Eierstöcke, bilden sich aber nur temporär aus. Ihre Fortpflanzung ist sehr mannichfaltig und trotz vieler Studien noch nicht vollständig erforscht. Bei vielen entstehen aus den Eiern höchst eigenthümliche Larven (Cyphonautes), die man früher für Infusorien ansah und aus welchen sich die Thierchen erst nach vollständiger Auflösung der innern provisorischen Organe entwickeln. Bei andern entwickelt der bereits fertige Embryo, der einen Flimmerüberzug besitzt, durch Knospung einen Zwilling, und beide werden erst nach Abfallen des Flimmerkranzes frei; bei noch andern bildet sich ohne Auflösung der innern Organe aus dem Ei eine Larve, welche sich später zum Thiere ausbildet. Außer äußerer Knospung, die an bestimmten Stellen oder regellos geschieht und den Thierstöcken ihre Form gibt, kommen auch innere Knospen vor, sogenannte Statoblasten, Keime von zwei dicken, uhrglasförmigen Schalen eingeschlossen, die den Winter überstehen und im Frühjahre unbewimperte Thierchen aus den platzenden Schalen hervorgehen lassen.

Es gibt Moosthiere im süßen und salzigen Wasser — in ersterm aber nur wenige Arten. Sie überziehen häufig die Gegenstände, sogar lebende Seethiere mit seinen Krusten, bilden aber nie große Massen.

Man theilt sie in zwei Ordnungen: Kreiswirbler (Stelmatopoda) ohne Klappe über dem trichterförmigen Munde, die Fühler kreisförmig um den Mund gestellt, die Zellenmündung häufig durch einen Deckel verschließbar oder mit einem Borstenkranz versehen. Die meisten sind Meerthiere. Hierher gehört die Haarspitze (Fig. 33), die ein spitzenähnliches Kalkgerüst macht, sowie die Art aus den europäischen Meeren Crisia avicularia (Fig. 32), von welcher wir eine Zellen vergrößert abbilden, um die Thiere und Avicularien zu zeigen.

Die Armwirbler (Lophopoda) tragen die Fühler auf einem mehr oder minder in Hufeisenform ausgebildeten Lappen, besitzen eine Klappe, womit sie die Mundöffnung verschließen können, zeigen weder Zangenköpfe noch Eizellen oder Vibracula, nur hornige oder weiche, niemals Kalkzellen, setzten sich meist durch Statoblasten fort und bewohnen meist das süße Wasser, wo sie besonders gern sich auf Holz oder Meerespflanzen setzen. Wir bilden eine Art aus dem süßen Wasser ab (Buschelfuß, Lophopus cristallinus, Fig. 1), die eine gemeinschaftliche Gallerthülle besitzt, und eine Art aus dem belgischen Meere (Pedicellina Belgica, Fig. 31), die den Stock mit Wurzeln, Ausläufern und gestielten Individuen zeigt.

Kreis der Würmer.

(Vermes.)

Wirbellose Thiere mit mehr oder minder ungestrecktem, meist weichhäutigem Körper, ursprünglich symmetrischer Anlagerung der Organe um eine senkrechte Mittelebene, mit nachständigem Mund und Tendenz zur Ausbildung querer Glieder von gleichem Werthe (Metamerenbildung).

Positive Charaktere des an Formen äußerst reichen Kreises lassen sich nicht geben, und es ist wahrscheinlich, daß weiter fortgesetzte Untersuchungen zu einer Auflösung desselben führen. Es zeigen sich die verschiedensten Anknüpfungspunkte: zu den Gliederthieren durch die meist strenge Symmetrie der Körperanlagen, die quere Gliederung in gleichwerthige Theile (Zonite oder Metameren), innerhalb welcher sich die verschiedenen Organe wiederholen, durch die Bildung, bei den höhern Ringelwürmern, einer Ganglienkette längs des Bauches, welche mit einem Schlundringe und dem Hirnganglion in Verbindung steht, durch die Anlage von Fußstummeln, welche freilich niemals gegliederte Gliedmaßen werden; und zu einigen Weichthieren durch manche Larvenformen, welche Wimperkränze tragen und überhaupt durch die weite Ausdehnung der Flimmerbewegung bei manchen Klassen; zu manchen niedern Thieren, wie Stachelhäutern und selbst Infusorien durch die geringe Ausbildung der innern Organe und manche innern Eigenthümlichkeiten. Alle diese Aehnlichkeiten und Verwandtschaften kommen aber nur einzelnen Klassen und Gruppen, nicht der Gesammtheit zu, und ebenso hat keine specifische organische Bildung, wie z. B. die der Excretions- oder Wassergefäßorgane, der geschlossenen Blutbahnen, des Hautmuskelschlauchs u. s. w., allgemeine Verbreitung in dem Kreise selbst, sodaß von einer Charakterisirung durch dieselben Abstand genommen werden muß. Ebenso verschieden wie die Ausbildung der erwachsenen Thiere sind auch die Vorgänge der Entwickelung und der Larvenformen, welche sich sogar oft nicht bei den einzelnen Klassen, geschweige denn bei dem ganzen Kreise auf einen gemeinsamen Typus zurückführen lassen — ein Beweis, daß der Kreis überhaupt verschiedene ursprüngliche Baupläne in sich vereinigt, deren Trennung oder bessere Zusammenschmelzung erst aus weitern Untersuchungen möglich werden wird.

Klasse der Räderthiere (Rotatoria).

(Tafel 29, Figur 6 bis 11.)

Meist mikroskopische Thierchen mit flimmerndem Wimperorgan am vordern Ende, gegliedertem, meist in zwei Abtheilungen (Körper und Schwanz) getheiltem Körper, dessen Glieder sich oft fernrohrartig ineinanderschieben lassen, einfachem Hirngangglion und Wassergefäßsystem, die getrennten Geschlechts sind und keine Metamorphose bei der Entwickelung durchmachen.

Der Körper der Räderthierchen hat meistens eine mehr oder minder eiförmige oder spindelförmige Gestalt, welche besonders bei den gepanzerten Arten etwas abgeplattet erscheint. Er ist genau symmetrisch getheilt und eine Rücken- und Bauchfläche meist sehr wohl durch die Stellung der Augen, der Athemröhren, des Mundes und Afters unterscheidbar. Die Haut des Körpers ist äußerst elastisch und mit Ausnahme der Räderorgane durchaus frei von Wimperhaaren oder ähnlichen Anhängen. Bei vielen Arten sieht man sowol auf dem Körper als auf dem schwanzförmigen Anhange einzelne Ringel und Querrunzeln, die nur Falten der Haut sind. Diese Thiere können sich bei dieser Ringelung der Haut außerordentlich zusammenziehen, sodaß sie eine fast kugelförmige Gestalt annehmen. Bei einigen Gattungen erscheint die Haut wirklich als ein horniger, oft mit sonderbaren Spitzen versehener Panzer, der entweder nur ein Rückenschild oder auch eine abgeplattete Büchse darstellt, in welcher das Thier wie in einer Schildkrötschale steckt und Kopf und Schwanz hereinziehen kann; einige dieser Thiere stecken auch ähnlich wie Polypen vereinzelt oder gemeinsam in gallertartigen oder hornartigen cylindrischen Büchschen, in die sie sich gänzlich zurückziehen können.

Die Räderthiere haben ihren Namen von einem eigenthümlichen Bewegungsapparate, welcher an dem vordern Ende, dem Kopfe, angebracht ist und in den meisten Fällen aus einer mehr oder minder einziehbaren einfachen oder doppelten Scheibe besteht, auf welcher ein Kranz langer Wimpern sich befindet, die nach Willkür in Bewegung gesetzt werden können. Zuweilen bildet dieses Räderorgan, welches zum Schwimmen wie zum Fangen der Beute durch den von ihm erregten Strudel dient, im ausgestülpten Zustande eine vollkommen runde Scheibe, die manchmal nur eingekerbt ist, bei andern aber in einzelne gesonderte Räderorgane zerfällt. Diese Organe stehen dann bald zu beiden Seiten des Kopfes auf zwei einstülpbaren Fortsätzen, bald in einzelnen Haufen, die meistens einen Kreis bilden, zuweilen auch sind eigene Stirnfortsätze mit einem solchen Räderorgane besetzt. Am eigenthümlichsten und abweichendsten sind die Räderorgane in der Familie der Blumenfischchen gebildet; hier erscheinen sie nämlich als lange Borsten, die meist nur träge bewegt werden und bei der einen Gattung sogar auf fünf einzelnen Armen stehen, die von dem in einer Hülle lebenden Thiere ganz wie die Fangarme eines Polypen benutzt werden. Ein zweites Bewegungsorgan befindet sich fast bei allen Räderthieren an dem hintern Theile des Leibes, und zwar auf der Bauchfläche, als beweglicher Körperanhang, nicht als eigentlicher Schwanz, da der After sich stets auf der Rückenfläche des Anhangs befindet. Bei den polypenartigen Räderthieren bildet dieser Anhang einen förmlichen Stiel, der an seinem hintern Ende mit einem Saugnäpfchen versehen ist, mittels dessen sich die Thiere anheften; bei den übrigen Gattungen ist es meist eine mehr oder minder lange, fernrohrartige Verlängerung, die an einer hintern Spitze oft eine gabelförmige Endigung trägt. Diese Gabelzange dient manchen Räderthierchen zum Anheften, während sie ihren Wimperkranz spielen lassen, oder auch zum Kriechen und Fortschieben auf dem Grunde des Wassers. Sie bewegen sich dabei förmlich wie die Spannraupen, indem sie bei eingezogenem Räderorgane sich abwechselnd mit dem Kopfe anheften, den Gabelschwanz nachziehen und dann auf diesen gestützt den Körper ausdehnend fortspannen. Bei einigen Gattungen sind einzelne oder selbst Bündel von steifen Borsten auf der Bauchfläche des Körpers angebracht, mittels deren sich die Thiere völlig schnellend und hüpfend im Wasser fortbewegen.

Das Nervensystem besteht aus einem einzigen Ganglion im Nacken, von welchem Fäden nach den Augen, den Fühlern und Borsten ausstrahlen. Die Augen zeichnen sich meist durch rothes Pigment aus und haben oft eine Linse. Die gepanzerten Räderthiere besitzen meist nur ein Auge, die übrigen zwei im Nacken gelegene; bei einigen festsitzenden Gattungen findet das auch in andern Klassen vorkommende Ver-

hältniß statt, daß die freischwimmenden Jungen Augen besitzen, die bei den alten festsitzenden Thieren gänzlich verschwunden sind. Tastborsten finden sich oft in der Nähe der Räderorgane, und außerdem scheint ein oft mit kurzen Haaren besetzter Fühler in der Nackengegend, der aus- und eingezogen werden kann, als Tastorgan zu dienen.

Das Verdauungssystem, welches nur bei den Weibchen existirt, bildet stets einen geraden, in der Mittellinie gelegenen Darmschlauch, der mit einem deutlichen After an dem Grunde des schwanzförmigen Anhangs endet. In dem Verlaufe des Darmkanals selbst kann man folgende Abtheilungen unterscheiden. Der Mund liegt stets am vordern Ende des Körpers zwischen den Räderorganen in solcher Weise angebracht, daß der erregte Strudel gegen ihn hingeht. Zuweilen führt der Mund in eine weite Rachenhöhle, an deren Grunde stets ein kugeliger Schlundkopf angebracht ist, der eine äußerst starke Muskulatur besitzt und in den meisten Fällen mit Zähnen bewaffnet erscheint, welche auf hornige Kiefer aufgesetzt sind. Die Kiefer wirken stets von beiden Seiten gegeneinander, und die Zähne selbst erscheinen bald in Gestalt horniger, mit queren vorstehenden Rippen versehener Kauplatten, bald als förmliche, mehrspitzige oder einspitzige Gabelzangen, die an einem Griffe befestigt sind. Die Gabelzähne der letztern Art werden von den Thieren zugleich als Greiforgane benutzt, indem sie den Schlundkopf lebhaft aus der Mundöffnung hervorstülpen und mit den scharfen Zangen die Beute packen und durchbohren. Der Schlundkopf selbst ist bei dem Wirbeln und Fressen so sehr in beständiger Bewegung, daß frühere Beobachter ihn für ein Herz hielten. Von dem Schlundkopfe aus erstreckt sich der dickwandige, lederartig gekörnte, innen mit Wimperhaaren besetzte Darm nach hinten, indem er meist eine anfängliche Erweiterung, einen Magen, dann eine Verengerung, eine Art von Kloake zeigt. Der After, der sich über dem Schwanze auf der Rückseite befindet, fehlt einigen wenigen Gattungen. Unmittelbar hinter dem Schlundkopfe münden bei allen Rädertheren zwei dicke knollige Drüsen, die man als Speicheldrüsen betrachten kann, in den Darm ein. Die Nahrung der Rädertheire besteht bei den mit kauenden Leisten am Schlundkopfe versehenen Gattungen gewöhnlich aus pflanzlichen Stoffen, während die mit Gabelzähnen bewaffneten arge Räuber sind und meist gierig über Infusorien und andere Rädertheire herfallen.

Kreislaufs- und Athemorgane fehlen durchaus, dagegen existirt ein sehr ausgebildetes sogenanntes Wassergefäßsystem, aus zwei Kanälen bestehend, welche an den Seiten des Körpers nach hinten laufen. Diese Röhren vereinigen sich in der Nähe der Kloake zu einer lebhaft zusammenziehbaren Blase, die oft durch die Afteröffnung ihren wasserklaren Inhalt im Strahl nach außen ergießt oder, bei den Afterlosen und den Männchen, direct nach außen mündet. An diesen Kanälen selbst sieht man in größerer oder geringerer Zahl kurze Seitengefäße, welche frei in die Leibeshöhle münden und an deren Mündung ein wellenförmig zitterndes Wimperläppchen angebracht ist, welches fast in seiner flimmernden Bewegung dem Flackern eines Flämmchens gleicht. Aehnliche Organe, die sehr verschiedene Functionen übernehmen können, existiren bei vielen Würmern. Das Muskelsystem, sowol für die einzelnen Organe als für die Körperbewegungen, ist sehr ausgebildet.

Von den meisten Arten kennt man nur Weibchen, die auch unbefruchtet Eier legen (Parthenogenese). Dieselben besitzen einen großen, lappigen Eierstock, von welchem aus ein kurzer Eileiter in die Kloake führt. Zuweilen entwickeln sich die voluminösen Eier noch im Eileiter, sodaß die Thiere lebendige Junge gebären, während bei andern die Eier an die Wurzel des Schwanzes gekittet und bis zur Entwickelung so mit herumgetragen werden. Fast bei allen hat man zwei Arten von Eiern beobachtet, dünnschalige Sommereier, die sich sehr schnell entwickeln, und oft sehr verschieden gestaltete, hartschalige Wintereier, welche den Winter über ausharren und erst im Frühjahr sich entwickeln.

Die Männchen, welche sich aus besondern, kleinen Sommereiern entwickeln und nur während sehr kurzer Zeit im Frühjahre leben, haben mehr verkümmerte Räderorgane, sehr bedeutend ausgebildetes Nervensystem, keine Spur von Verdauungsorganen, fingerförmige, seitliche Körperanhänge und deutliches Wassergefäßsystem. Der ganze Hintertheil des Körpers ist von einem blasenförmigen, von Samenfäden ballenförmig gepfropften Hoden erfüllt, der sich nach hinten häufig mit einem ausstülpbaren Ausführungsgange endet. Sie leben offenbar nur zum Zwecke der Begattung. Wir geben zur Vergleichung Taf. 29, Fig. 8 das Männchen und Fig. 9 das Weibchen von Notommata. Die Jungen entwickeln sich ohne Metamorphose, und schon im Ei lassen sich Männchen und Weibchen unterscheiden. Nur bei einigen festsitzenden Arten kommt eine rückschreitende Metamorphose vor, indem die lebhaft umherschwimmenden Jungen die Augen verlieren und der Schwanz, den man als einen Bauchfuß betrachten kann, zum Stiele wird.

Die Rädertheire kommen an allen Orten vor, wo man Infusorien findet, und waren seit den ältesten Zeiten berühmt durch die Eigenschaft einiger Gattungen, nach langer Eintrocknung bei Zubringen frischen Wassers wieder aufzuleben. Auch in Infusionen finden sich einzelne Gattungen derselben häufig.

Ordnung der Röhrenthierchen (Tubicolida). Mit dem zum Stiele verwandelten Fuße festsitzend, mit oder ohne Hülse, in welche sich die Thiere zurückziehen können; mit ganzem oder tiefgespaltenem und selbst in Arme umgewandeltem Räderorgan. Wir bilden hier eine nicht allzu häufige schöne Art ab, das Kronenthierchen (Stephanoceros Eichhorni, Taf. 29 Fig. 6), bei welchem fünf Arme große, borstenähnliche Wimpern tragen.

Ordnung der Schwimmthierchen (Natantia). Sie schwimmen, kriechen oder springen selbst mit eigenthümlichen, steifen Borsten, sind weich, elastisch oder gepanzert; das Räderorgan ist sehr verschieden gestaltet, wonach man einzelne Familien unterschieden hat: Ganzräder (Holotrocha) mit ganzrandigem rundem Räderorgan; Kerbräder (Schizotrocha) mit tief eingekerbtem oder in Lappen getheiltem Räderorgan; hierzu gehört die Art, von der wir Männchen und Weibchen abbilden (Notommata, Fig. 8 u. 9). Doppelräder (Zygotrocha) mit zwei getrennten Rädern, wozu das Rüsselrädchen (Philodina roseola, Fig. 7), welches sich bis 8000 Fuß Höhe in den Alpen findet, wo es von den Algen des rothen Schnees lebt. Zu derselben Gruppe gehören die gepanzerten Brachionusarten mit oft seltsamen Spitzen und Anhängen an dem starren und festen Panzer (Brachionus, Fig. 10). Zu den Springern (Appendiculata) endlich gehört die seltsame Art mit großen, ruderartig gezackten seitlichen Springstangen, von welcher wir ein Individuum mit anhängendem Ei abbilden (Polyarthra, Fig. 11).

Einige Arten mit verkümmertem Räderorgan erwähnen wir nur.

Klasse der Borstenwürmer (Chaetopoda).

(Tafel 29, Figur 12 bis 27.)

Würmer mit langem, äußerlich durch Einkerbungen, innerlich durch Scheidewände in gleichartige Segmente (Zoniten oder Metameren) getheiltem Körper, abweichend gebildeten Kopf- und Schwanzsegmenten, Bauchnervenstrang und geschlossener Blutbahn, deren Hauptgefäßströme contractil sind. An den meisten Segmenten Borstenanhänge, auf Fußstummeln (Parapodien) oder in Gruben der Haut eingesenkt, stets ungegliedert.

Der Körper ist nur selten drehrund, meist etwas abgeplattet, sodaß sich Rücken und Bauch leicht unterscheiden lassen, fast immer sehr lang und aus einer großen Zahl von Segmenten gebildet, unter welchen sich fast immer drei auszeichnen: das Kopfsegment, welches die Augen und Fühler sowie die obern Nervenganglien birgt, das Mundsegment mit der bauchständigen Mundöffnung, und das Schwanzsegment. Die übrigen Segmente sind bald über die ganze Körperlänge, bald nur in einzelnen Gruppen gleichwerthig.

Die Haut der Borstenwürmer besteht aus einer mehr oder minder hornigen Oberhaut, welche nur selten an einzelnen Stellen, häufig dagegen an den Anhängen, Fühlern u. s. w. flimmert, und aus einer meist derben Lederhaut, deren gekreuzte Fasern durch die Brechung der Lichtstrahlen oft sehr schöne, schillernde Farben hervorbringen. Bei vielen Gattungen ist diese Haut vollkommen nackt, bei andern mit mehr oder minder langen hornigen Haaren besetzt und bei den Seeraupen von häutigen Schildern überdeckt, die oft mit den verfilzten Haaren eine förmliche zweite Decke auf dem Rücken bilden. Viele Würmer bilden sich Röhren, in denen sie entweder gänzlich hausen oder nur zeitweise versteckt sind. In letzterm Falle sind es Galerien im Sand oder in feuchter Erde, innen meist mit Schleim ausgekleidet; in ersterm aber lederartige oder kalkige Röhren, durch Ausschwitzung aus der Haut entstanden und meist von charakteristischer Form für die einzelnen Gattungen und Arten.

Die Bewegungsorgane der Ringelwürmer sind sehr mannichfaltig. Alle Würmer bewegen sich durch schlangenförmige Windungen des Körpers fort; allein diese Windungen werden unterstützt durch verschiedene Apparate. Bei den meisten findet man oft äußerst sonderbar gestaltete Borsten, Stacheln und Haken, die entweder nur lose in Gruben der Haut oder auf besondern seitlichen Stummeln stehen, welche sich längs der Körperringel wiederholen und Füße oder Fußstummeln genannt werden. Meistens unterscheidet man an jedem Fußstummel einen obern und untern fleischigen Höcker, den Rückenstummel (ramus dorsalis) und den Bauchstummel (ramus ventralis), welche nach allen Richtungen hin bewegt werden können und außer einem fadenartigen Fühler (cirrhus) einen Bündel von Borsten oder feinen Stacheln tragen. Diese Borstenbündel leisten sowol beim Kriechen als beim Schwimmen die wesentlichsten Dienste. Man hat je nach der Form dieser Borsten, besonders Pfriemenborsten (festucae), Stachelborsten von bedeutenderer Dicke (aciculae), und Hakenborsten (uncinuli) mit gezähnten Haken- oder ankerähnlichen Spitzen unterschieden.

Das Nervensystem der Ringelwürmer steht im Verhältniß zu den übrigen Klassen desselben Kreises auf einer hohen Stufe der Entwickelung. Es besteht in allen Fällen aus einer vordern, im Kopfe über dem Schlunde gelegenen Anschwellung, die man als Gehirn bezeichnen kann und die bald mehr, bald minder deutlich aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzt ist. Von diesen Anschwellungen aus gehen zwei seitliche Aeste, die einen Ring um den Schlund bilden und auf der Bauchfläche in eine Kette von Knoten zusammenfließen, welche in der Mitte des Körpers sich nach hinten erstreckt. In der Regel liegt in jedem Ringel des Leibes ein Nervenknoten, der Aeste nach allen Seiten hin, besonders an die Fußstummeln aussendet. Es existirt also bei der großen Mehrzahl der Ringelwürmer eine auf der Rückenfläche des Schlundes gelegene Hirnanschwellung, ein Schlundring, und ein auf der Bauchfläche gelegenes, aus einzelnen Anschwellungen bestehendes Bauchmark. Bei den meisten Familien ist dieses Bauchmark scheinbar einfach, wenn auch stets aus zwei seitlichen Strängen gebildet, die in den einzelnen Knoten durch Ganglienmasse zusammengeschweißt sind; bei andern sind die Verbindungsstränge zwischen den Knoten getrennt und bei einigen niedern Typen der Ordnungen kommt sogar als Annäherung an die übrigen Klassen der Würmer eine völlige Spaltung des Bauchmarks in zwei seitliche Stränge vor, welche der Mittellinie bald näher gerückt, bald gänzlich auf beide Seiten hingeworfen sind.

Besondere Sinnesorgane sind als Augen, Tastorgane und zuweilen als Ohrenbläschen vorhanden. Vielen Würmern, besonders den Röhrenbewohnern, fehlen die Augen fast durchaus und sind nur bei einigen wenigen Gattungen aufgefunden worden; bei manchen sind sie hochorganisirt und bestehen aus Nervenstäbchen, lichtbrechenden Körpern und farbigem Pigmente. Die höhern Ringelwürmer besitzen meist nur zwei oder drei symmetrisch gestellte deutliche Augen; bei einigen gibt es deren sogar an den Kiemen, am hintern Ende, sowie an den Seiten des Körpers. Bei einigen Borstenwürmern hat man auch auf den Gehirnknoten selbst kleine runde Bläschen mit einem steinartigen Inhalte gefunden, welche man für Gehörbläschen anzusprechen berechtigt ist. Die Tastorgane bilden mehr oder minder lange Fäden, welche entweder am Kopfe oder auch seitlich an den Fußstummeln angebracht sind. Die Gliedfäden (cirrhi) des Körpers stehen sowol auf dem Rücken als auf den Bauchstummeln; da wo ein deutlicher Kopf vorhanden ist, sind sie nach vorn gerichtet und werden dann mit dem Namen Kopffühler (antennae) bezeichnet. Bei einigen Gattungen erscheinen sowol die Gliedfäden als die Kopffühler geringelt, sodaß sie den Fühlhörnern mancher Krebse und Insekten nicht unähnlich sehen.

Der Verdauungsapparat der Ringelwürmer besteht in den meisten Fällen aus einem geraden Darmkanale, der von dem am Vorderende angebrachten Munde durch den ganzen Körper nach hinten verläuft und sich in einem endständigen After öffnet, welcher meist ein wenig nach der Rückenseite zu angebracht ist. Nur selten ist der After näher am Munde angebracht. Der Mund ist bei den meisten mit muskulösen Rändern versehen und oft auch von scharfen Kiefern umstellt, welche zum Durchbohren der Beute oder zum Zerkleinern ihrer Haut und zum nachherigen Aufsaugen derselben dienlich sind. Sehr oft wird die Aufnahme fester Nahrungsmittel auch durch einen muskulösen Schlund und das Fangen der Beute durch einen Rüssel unterstützt, welcher aus der Mundöffnung hervorgestülpt werden kann. Die meisten Borstenwürmer sind auch in der That sehr räuberische Thiere, und die Zerstörung der Beute wird bei denen, welche [illegible] noch durch die angebrachten langen [illegible]

welche zugleich als Schlingen benutzt werden. An dem Darmkanale selbst kann man meistens einen Schlund, der bald länger, bald kürzer ist, und den dünnhäutigen Darm unterscheiden, der durch seitliche Brücken von Zellstoff, manchmal auch durch ein förmliches Gekröse in seiner Lage erhalten wird. Meist hat dieser Darm einzelne knotenförmige Anschwellungen oder zuweilen förmliche Blindsäcke, welche den einzelnen Ringeln entsprechen. Bei einzelnen Gattungen hat man an diesem Darme theils Speicheldrüsen, theils einen leberartigen Ueberzug von gelber, gekörnter Masse unterschieden.

Bei den meisten Borstenwürmern lassen sich besondere Athemorgane unterscheiden, welche in der Form baumartig verästelter Kiemen, bald an dem Kopfe, bald an der Rückenfläche über den Rückenstummeln ausgebildet sind. Trotz der bedeutenden Entwickelung, welche diese Kiemen bei vielen Würmern zeigen, fehlen sie oft nahe verwandten Familien, wo dann die Haut oder die innere Darmfläche die Athemfunction zu übernehmen scheint.

Von besonderer Wichtigkeit für den ursprünglichen Stamm, aus welchem viele Klassen der Würmer hervorgegangen sind, erscheinen auch die bei den Borstenwürmern wie bei den Räderthieren entwickelten Schleifenkanäle, seitliche, oft in Schleifen oder Knäueln ausgebildete Röhren, die sich meist mit einer flimmernden oder mit einer Geisel versehenen Mündung in die Leibeshöhle und mit einer in dem folgenden Segmente bestehenden Oeffnung nach außen öffnen. Die Kanäle sind oft drüsig, also offenbar Secretionsorgane; oft treten sie mit den Geschlechtsorganen in nähere Beziehung, indem sie die Producte derselben nach außen befördern; oft scheinen sie den Austausch zwischen den Flüssigkeiten der Leibeshöhle und dem Wasser, in dem der Wurm lebt, zu übernehmen; häufig sind sie in ihren verschiedenen Theilen verschieden gebaut oder nur in einzelnen Segmenten entwickelt und ziemlich rudimentär, ganz dürften sie wol niemals fehlen.

Das Gefäßsystem ist fast bei allen Borstenwürmern bedeutend entwickelt, seine geschlossenen Röhren lassen sich fast überall leicht nachweisen, da sich in ihnen ein meist roth, zuweilen auch gelb oder grün gefärbtes Blut bewegt. Die Hauptgefäßstämme pulsiren deutlich ihrer ganzen Länge nach, und oft existiren noch einige besonders ausgezeichnete pulsirende Anschwellungen in Schlauch- oder Bläschenform, die man nur gezwungen mit Herzen vergleichen kann und die stets paarig in der Nähe des Schlundes liegen. Gewöhnlich findet sich ein mittleres Rückengefäß, welches das Blut nach vorn, und ein mittleres Bauchgefäß, welches dasselbe nach hinten treibt. Es werden diese Gefäße durch zahlreiche Querbogen und Netze miteinander verbunden, und da, wo Kiemen existiren, erhalten diese einen zuführenden und einen rückführenden Ast von den Hauptgefäßen. Bei einigen wenigen Familien ist in der That noch kein Gefäßsystem nachgewiesen worden.

Verloren gegangene Theile werden in großem Umfange ersetzt; bei einigen Meerbewohnern scheint sogar der Kopf mit der vordern Hälfte wieder neugebildet werden zu können.

Die Fortpflanzung ist äußerst mannichfaltig. Sehr gewöhnlich ist bei vielen als ungeschlechtliche Vermehrung die Knospung, bei welcher an dem Hinterende des Leibes meist zwischen dem letzten und vorletzten Ringel ein Glied hervorsproßt, welches deutlich das Kopfende des neuzubildenden Individuums ist; während dieses nun auswächst und Ringel an Ringel reiht, entsteht wieder zwischen ihm und dem Mutterthiere eine neue Knospe, die sich ebenfalls zu einem unabhängigen Individuum ausbildet. Man hat auf diese Weise an einem Mutterthiere bis zu sechs Knospen hängend gefunden, wovon die hinterste, älteste, schon ein sehr vollständig ausgebildetes Thier darstellte, während die vorderste, jüngste, nur erst den Kopfringel zeigte. In andern Fällen bilden sich die Sprossen nur bis zu einem geringen Grade aus und entwickeln sich erst nach der Trennung weiter. Die Thiere, welche sich durch Knospung fortpflanzen, zeigen keine entwickelten Geschlechtstheile. Bei den meisten sind die Geschlechter geschieden und zuweilen sogar verschieden gestaltet, einige sind Zwitter. Gewöhnlich entwickeln sich die Geschlechtsproducte nur zu bestimmten Zeiten in der Leibeswand oder auf den Scheidewänden, treten durch Platzen der sie umhüllenden Haut in die Leibeshöhle ein und werden durch die Schleifenkanäle nach außen geschafft. Bei den Zwittern und einigen andern Familien dagegen finden sich besondere Ausführungsgänge. Die Eier werden bei den meisten einzeln oder gemeinschaftlich in Kapseln und Haufen abgesetzt; bei vielen noch ziemlich lange an dem Leibe, zum Theil in besondern Bruthöhlen, herumgeschleppt; bei manchen so lange im Innern behalten, bis die Jungen sich entwickelt haben; bei vielen Röhrenwürmern an den Rand der Röhre geklebt.

Die Entwickelung geht meistens durch besondere Larvenformen hindurch, welche sich durch den Besitz von Wimperkränzen kennzeichnen, die sehr verschieden gestellt sein können, nur vorn, vorn und hinten, mehrfache in der Mitte entweder allein oder mit vordern und hintern Wimperkränzen combinirt. Dazu kommen oft seltsame Anhänge von Stacheln, Borsten und Fühlern, und höchst seltsame Körpergestalten. Im Körper sieht man außer den beiden gewöhnlichen Schichten, Exoderm und Entoderm, meist zuerst den Darm und dann die Sinnesorgane gebildet. Oft werden bei Röhrenwürmern die Larven, welche Augen, Gehörblasen u. s. w. besitzen und frei umherschwimmen, zur sitzenden Lebensart rückgebildet.

Während die bezeichneten Larvenformen bei den Meerwürmern die normale Entwickelung darstellen, kommen sie bei den Süßwasser- und Erdwürmern nicht vor, indem hier das Junge in seiner definitiven Gestalt aus dem Ei kriecht.

Die meisten Borstenwürmer leben im Meere; wenige im süßen Wasser oder in der Erde und im Schlamme. Viele sind frei beweglich und kriechen oder schwimmen, einige selbst auf hohem Meere; andere bewohnen Röhren und Galerien. Einige werden als Köder an der Angel benutzt; andere Verwendungen gibt es nicht.

Ordnung der Vielborster (Polychaeta).

Zahlreiche Borstenbüschel auf den mehr oder minder entwickelten Fußstummeln. Nur Meerthiere, die sich meist durch Larvenmetamorphose entwickeln.

Unterordnung der Schlangenwürmer (Errantia).

Leben frei oder nur im Sande in Löchern. Die Kiemen stehen, wenn vorhanden, auf den Fußstummeln der Rückenseite, nicht am Kopfe. Die Fußstummeln tragen Cirrhen.

Eine sehr vielgestaltige Gruppe, mit zahlreichen Formgestaltungen, bei welcher alle Organe zur höchsten Ausbildung gelangen. Man hat nahe an zwanzig Familien unterschieden, unter welchen wir nur einige ausgezeichnete Repräsentanten erwähnen:

lasse der Borstenwürmer (Chaetopoda).
(Tafel 29, Figur 12 bis 27.)

er mit langem, äußerlich durch Ein-
en, innerlich durch Scheidewände
chartige Segmente (Zoniten oder
ren) getheiltem Körper, abweichend
ten Kopf- und Schwanzsegmenten,
ervenstrang und geschlossener Blut-
deren Hauptgefäßströme contractil
ln den meisten Segmenten Borsten-
, auf Fußstummeln (Parapodien)
Gruben der Haut eingesenkt, stets
edert.

örper ist nur selten drehrund, meist etwas
t, sodaß sich Rücken und Bauch leicht unter-
assen, fast immer sehr lang und aus einer
ahl von Segmenten gebildet, unter welchen
immer drei auszeichnen: das Kopfsegment,
die Augen und Fühler sowie die obern
nglien birgt, das Mundsegment mit der
digen Mundöffnung, und das Schwanzsegment.
zen Segmente sind bald über die ganze Körper-
ald nur in einzelnen Gruppen gleichwerthig.
)aut der Borstenwürmer besteht aus einer
er minder hornigen Oberhaut, welche nur
i einzelnen Stellen, häufig dagegen an den
n, Fühlern u. s. w. flimmert, und aus einer
rben Lederhaut, deren gekreuzte Fasern durch
)ung der Lichtstrahlen oft sehr schöne, schillernde
)ervorbringen. Bei vielen Gattungen ist diese
ollkommen nackt, bei andern mit mehr oder
langen hornigen Haaren besetzt und bei den
en von häutigen Schildern überdeckt, die oft
verfilzten Haaren eine förmliche zweite Decke
i Rücken bilden. Viele Würmer bilden sich
in denen sie entweder gänzlich hausen oder
tweise versteckt sind. In letzterm Falle sind
rien im Sand oder in feuchter Erde, innen
it Schleim ausgekleidet; in erstern aber leder-
)der kalkige Röhren, durch Ausschwitzung aus
it entstanden und meist von charakteristischer
ir die einzelnen Gattungen und Arten.

Bewegungsorgane der Ringelwürmer sind
nnichfaltig. Alle Würmer bewegen sich durch
nförmige Windungen des Körpers fort; allein
indungen werden unterstützt durch verschiedene
te. Bei den meisten findet man oft äußerst
ir gestaltete Borsten, Stacheln und Haken, die
r nur lose in Gruben der Haut oder auf be-
seitlichen Stummeln stehen, welche sich längs
perringel wiederholen und Füße oder Fuß-
eln genannt werden. Meistens unterscheidet
i jedem Fußstummel einen obern und untern
en Höcker, den Rückenstummel (ramus dor-
und den Bauchstummel (ramus ventralis),
nach allen Richtungen hin bewegt werden können
ber einem fadenartigen Fühler (cirrhus) einen
von Borsten oder feinen Stacheln tragen.
Borstenbündel leisten sowol beim Kriechen als
chwimmen die wesentlichsten Dienste. Man hat
der Form dieser Borsten, besonders Pfriemen-
n (festucae), Stachelborsten von bedeuten-
Dicke (aciculae), und Hakenborsten (uncinuli)
zähnten Haken- oder ankerähnlichen Spitzen
ieden.

Nervensystem der Ringelwürmer steht im
niß zu den übrigen Klassen desselben Kreises
ier hohen Stufe der Entwickelung. Es besteht
n Fällen aus einer vordern, im Kopfe über dem Schlunde gelegenen Anschwellung, die man als Gehirn bezeichnen kann und die bald mehr, bald minder deutlich aus zwei seitlichen Hälften zusammengesetzt ist. Von diesen Anschwellungen aus gehen zwei seitliche Aeste, die einen Ring um den Schlund bilden und auf der Bauchfläche in eine Kette von Knoten zusammenfließen, welche in der Mitte des Körpers sich nach hinten erstreckt. In der Regel liegt in jedem Ringel des Leibes ein Nervenknoten, der Aeste nach allen Seiten hin, besonders an die Fußstummeln aussendet. Es existirt also bei der großen Mehrzahl der Ringelwürmer eine auf der Rückenfläche des Schlundes gelegene Hirnanschwellung, ein Schlundring, und ein auf der Bauchfläche gelegenes, aus einzelnen Anschwellungen bestehendes Bauchmark. Bei den meisten Familien ist dieses Bauchmark scheinbar einfach, wenn auch stets aus zwei seitlichen Strängen gebildet, die in den einzelnen Knoten durch Ganglienmasse zusammengeschweißt sind; bei andern sind die Verbindungsstränge zwischen den Knoten getrennt und bei einigen niedern Typen der Ordnungen kommt sogar als Annäherung an die übrigen Klassen der Würmer eine völlige Spaltung des Bauchmarks in zwei seitliche Stränge vor, welche der Mittellinie bald näher gerückt, bald gänzlich auf beide Seiten hingeworfen sind.

Besondere Sinnesorgane sind als Augen, Tastorgane und zuweilen als Ohrenbläschen vorhanden. Vielen Würmern, besonders den Röhrenbewohnern, fehlen die Augen fast durchaus und sind nur bei einigen wenigen Gattungen aufgefunden worden; bei manchen sind sie hochorganisirt und bestehen aus Nervenstäbchen, lichtbrechenden Körpern und farbigem Pigmente. Die höhern Ringelwürmer besitzen meist nur zwei oder drei symmetrisch gestellte deutliche Augen; bei einigen gibt es deren sogar an den Kiemen, am hintern Ende, sowie an den Seiten des Körpers. Bei einigen Borstenwürmern hat man auch auf den Gehirnknoten selbst kleine runde Bläschen mit einem steinartigen Inhalte gefunden, welche man für Gehörbläschen anzusprechen berechtigt ist. Die Tastorgane bilden mehr oder minder lange Fäden, welche entweder am Kopfe oder auch seitlich an den Fußstummeln angebracht sind. Die Gliedfäden (cirrhi) des Körpers stehen sowol auf dem Rücken als auf den Bauchstummeln; da wo ein deutlicher Kopf vorhanden ist, sind sie nach vorn gerichtet und werden dann mit dem Namen Kopffühler (antennae) bezeichnet. Bei einigen Gattungen erscheinen sowol die Gliedfäden als die Kopffühler geringelt, sodaß sie den Fühlhörnern mancher Krebse und Insekten nicht unähnlich sehen.

Der Verdauungsapparat der Ringelwürmer besteht in den meisten Fällen aus einem geraden Darmkanale, der von dem am Vorderende angebrachten Munde durch den ganzen Körper nach hinten verläuft und sich in einem endständigen After öffnet, welcher meist ein wenig nach der Rückenseite zu angebracht ist. Nur selten ist der After näher am Munde angebracht. Der Mund ist bei den meisten mit wulstigen Rändern versehen und oft auch von scharfen Kiefern umstellt, welche zum Durchbohren der Beute oder zum Anbeißen ihrer Haut und zum nachherigen Aussaugen behülflich sind. Sehr oft wird die Aufnahme fester Nahrungsmittel auch durch einen muskulösen Schlund und das Fangen der Beute durch einen Rüssel unterstützt, welcher aus der Mundöffnung hervorgeschoben werden kann. Die meisten Borstenwürmer sind auch in der That sehr räuberische Thiere, und das Fangen der Beute wird bei denen, welche Röhren bewohnen, oft noch durch die ungeheuer langen Kopffühler unterstützt,

Einige Gattungen dieser Erdwürmer bauen sich förmliche Röhren, während die meisten sich begnügen, ihre Galerien mit Schleim auszufüttern und sie dadurch vor dem Zusammenfallen zu schützen. Die Eier werden in schleimigen erhärtenden Hüllen (sogenannten Cocons) abgesetzt.

Die Familie der Wasserschlängel (Naidida) begreift kleine, undeutlich gegliederte, außer den Borstenbündeln am Leibe auch noch mit einfachen Seitenborsten versehene Würmer, welche besonders den Schlamm der süßen Gewässer bewohnen und darin sich Galerien graben, aus denen sie den stets lebhaft schlängelnden Kopf hervorstrecken. Einige Arten (Chaetogaster) schmarotzen auch in der Mantelhöhle der Wasserschnecken. Die meisten haben zwei deutliche Augen. Es pflanzen sich diese Thiere unabhängig von der geschlechtlichen Entwickelung auch noch in der oben beschriebenen Weise durch Theilung fort, und ihre ausgezeichnete Reproductionskraft nach Verletzungen ist schon oft der Gegenstand vielfacher Beobachtungen gewesen. Die abgebildete, in allen süßen Gewässern häufige Art (Rüsselnaide, Nais proboscidea, Fig. 27) ist durch den langen, rüsselähnlichen Fortsatz der Stirn ausgezeichnet.

Zwei Typen, die anderwärts nicht unterzubringen sind, verdienten die Aufstellung eigener Klassen oder Ordnungen, obgleich sie nur je von einer Gattung gebildet werden. Der eine ist derjenige der Ruderwürmer (Gymnocopa) (Tomopteris onisciformis, Fig. 24), glashell durchsichtige, in der See schwimmende Thierchen mit Stirnfühlern, zahn- und kieferlosem Munde, zweiruderigen Fußstummeln ohne Borsten, und die Klauenwürmer (Onychophora), die im feuchten Moose der Wälder Südamerikas und Südafrikas leben, borstenlose Fußstummel mit Klauen tragen, zwei geringelte Kopffühler besitzen, Zwitter sind und den Uebergang zu den Gliederthieren machen (Peripatus quitensis, Fig. 25).

Klasse der Sternwürmer (Gephyrea).

(Tafel 29, Figur 32.)

Ungegliederte Meerwürmer von cylindrischer Gestalt, ohne Fußstummeln, mit meist einziehbarem Rüssel, gewundenem Darmkanal, stark entwickelten Schleifenkanälen und getrenntem Geschlechte.

Der Körper dieser Thiere ist walzenförmig, drehrund, von einer derben lederartigen Haut umhüllt und meist nackt, doch sieht man bei einigen Gattungen steife, in die Haut eingepflanzte, unbewegliche Borsten, oder auch an dem Vorderende einige Haken, die zum Festhalten dienen. Alle diese Thiere leben im Sande, in Löchern und in Höhlen in ähnlicher Weise unter dem Wasser, wie die Regenwürmer auf dem festen Lande. Sie zeigen keinen besonders abgesetzten Kopf und keine Sinnesorgane. Das Nervensystem besteht aus einem Bauchmarke und einem Schlundringe, an dem sich ein unbedeutender Hirnknoten erkennen läßt. Pigmentflecken, bei einigen vorhanden, werden als Augen gedeutet. Der Mund befindet sich an dem vordern Ende des Körpers und ist bei den meisten Gattungen mit einem langen Rüssel versehen, welcher meist unbewaffnet, zuweilen aber mit rückwärts gebogenem Haken besetzt ist. Der Mund steht bald an der Spitze, bald an der Basis dieses Rüssels, der bei einigen nur verkürzt, bei andern gänzlich eingestülpt werden kann, bei einer Gattung in zwei Kappen endet. Der Darmkanal erscheint bei den meisten Gattungen gewunden, nur bei einigen grade und öffnet sich an dem hintern Ende des Körpers; nur bei einer Gattung findet sich der After auf der Bauchseite in der vordern Hälfte des Körpers. Das Gefäßsystem ist sehr wenig entwickelt und nur bei einigen als Rücken- und Bauchstamm, ähnlich wie bei den Borstenwürmern, nachgewiesen; bei den meisten scheint es ebenso wie besondere Athemorgane gänzlich zu fehlen. Die Schleifenkanäle sind als verzweigte baumartige Röhren oder drüsenähnliche Gebilde vorhanden, die theils in den Mastdarm, theils direct nach außen münden und mit weiten, trichterförmigen, mit flimmernden Oeffnungen in der Leibeshöhle beginnen. Sie sind meistens auch mit der Ausführung der Geschlechtsproducte betraut, welche in strangförmigen Organen sich entwickeln und bei der Reife in die Bauchhöhle fallen. Die Larven schwärmen einige Zeit mit Wimperkränzen in der Gestalt von Wurmlarven umher. Gattungen und Arten sind wenig zahlreich.

Man hat sie, je nach der Gegenwart von Haken oder Borsten, in bewaffnete und unbewaffnete Sternwürmer getheilt. Wir bilden aus der erstern Abtheilung eine der gemeinsten Arten aus dem Ocean ab (Sipunculus nudus, Taf. 29, Fig. 32). Das Thier steht eben im Begriffe, den sehr langen, mit Haken bewaffneten, gänzlich einstülpbaren Rüssel zu entwickeln. Links sieht man an einem Vorsprunge den After.

Klasse der Rundwürmer (Nematelmia).

(Tafel 29, Figur 31, 33 bis 38.)

Meist drehrunde, schlauch- oder fadenförmige Würmer ohne Gliederung, ohne abgesetzten Kopf und ohne Fußstummeln. Die meisten sind Schmarotzer und getrennten Geschlechts.

Der Körper der Rundwürmer ist meist cylindrisch, zuweilen gleichförmig an beiden Seiten zugespitzt, seltener abgeplattet oder mehr rundlich. Einzelne Gattungen derselben erreichen im Verhältniß zu ihrer Dicke eine ungeheuere Länge, sodaß sie wie dünne Faden oder Drähte erscheinen; bei vielen ist das eine oder das andere Ende des Körpers bedeutend verschmälert und bildet sich wie ein Rüssel oder feiner Schwanzanhang aus, während bei andern mancherlei Anhänge, wie Lippen, Schwanzblasen u. dgl. das eine oder andere Körperende breiter oder verdickt erscheinen lassen. Die Haut dieser Thiere ist stets derb und bei den meisten in zahlreiche Querrunzeln gefaltet, sodaß der Körper manchmal mehr oder minder geringelt erscheint. Es verschwinden diese Runzeln leicht durch Einsaugung von Wasser, wodurch sich der Körper oft bis zum Platzen füllt. Bei den meisten Typen der Klasse kann man außer der homogenen und oft sehr festen Oberhaut eine aus Längs- und Querfasern gewebte Lederhaut und außerdem noch eine Schicht von Muskelfasern, einen Hautmuskelschlauch unterscheiden, durch welchen die Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Körpers bewirkt werden. Oft der meist an den Seiten oder auch am Bauche und Rücken unterbrochen ist, wodurch längslaufende Seiten- und Medienfelder entstehen, in welchen Gefäße und Nerven verlaufen.

Hinsichtlich des Nervensystems sind noch gar nicht alle Zweifel gehoben. Bei den Kratzern soll ein Ganglion an der Basis der Rüsselscheide liegen; bei den Nemotoden will man einen feinen Schlundring gesehen haben, der sechs Nervenstämme entsendet und Ganglienzellen theils vor, theils neben und unter dem Schlundringe enthält; bei Sagitta existirt ein oberes und unteres Schlundganglion. Bei einigen freilebenden Arten kommen Augen, d. h. Pigmentflecke mit oder ohne lichtbrechenden Körper vor. Bei den meisten finden sich gar keine differenzirten Sinnesorgane. Warzen und Papillen am Munde mögen als Tastorgane dienen.

Das Verdauungssystem ist bei den Rundwür-

mern höchst einfach. Bei den Kratzern fehlt jede Spur eines Darmkanals. Die Thiere ernähren sich nur durch Einsaugung der sie umgebenden Flüssigkeiten mittels der Haut. Bei den Saitenwürmern findet sich wol ein Darmkanal, der in dem Körper hinläuft, und auch eine Mundöffnung, aber kein After, während bei den Spulwürmern stets ein vollständig ausgebildeter Darmkanal mit endständiger Mundöffnung und After vorhanden ist. Bei diesen lassen sich auch öfter in dem Schlunde und dem Anfange des Darmkanals hornige Zähnchen oder Wülste unterscheiden, die oft besonders bewegt werden können und eine Bewaffnung des Darmeingangs darstellen.

Der Schlund ist eng und oft hornig; auf ihn folgt ein oft kugeliger Muskelmagen, der weitere Drüsenmagen und der Darm sind meist zellig; der After steht selten am Ende, sondern ist mehr oder minder nach vorn gerückt.

Weder Gefäßsystem noch Athemorgane. Die den Schleifenkanälen der Würmer analogen Organe bilden bei den einen Längskanäle, die in den Seitenfeldern verlaufen und vorn am Halse in einer gemeinschaftlichen Oeffnung, dem Halsporus, ausmünden, bei den andern mit zwei in die Leibeshöhlen hineinragenden Körpern (Lemnisci) in Verbindung stehen.

Die Geschlechter sind meist getrennt und häufig sehr verschieden gestaltet. Bei den wenigsten findet Larvenmetamorphose statt. Der Wurm entwickelt sich aus dem ganzen Dotter.

Die wenigsten Rundwürmer leben frei, im Meere, süßen Wasser, in der Erde oder in verschiedenen Flüssigkeiten. Die meisten sind Schmarotzer in andern Thieren und viele wandern aus den einen in die andern aus und ein.

Ordnung der Borstenkiefer (Chaetognathi).

Schwimmende Meerwürmer mit Flossen, Borsten, hakenförmigen Kiefern und geradem Darm. Zwitter.

Die Ordnung wird nur von einer einzigen Gattung gebildet (Sagitta bipunctata, Taf. 29, Fig. 31). Der Körper ist walzenförmig, der Kopf etwas gesondert, der Hintertheil von einem Flossensaume umgeben, der sich an einzelnen Stellen zu End- und Seitenflossen erhebt. Der Mund ist mit zwei großen seitlichen Hakenkiefern bewaffnet, welche aus gekrümmten, starken Borsten zusammengesetzt scheinen. Zuweilen stehen feine Borsten an den Seiten des Körpers. Der Darm ist grade, der After bauchständig am Beginn des Schwanzes. Das Nervensystem besteht aus zwei Schlundganglien; auf dem obern sitzen zwei Augen. Die Geschlechtsorgane, aus Hoden und davorliegenden Eierstöcken bestehend, liegen an der Basis des Schwanzes. Die Eier entwickeln sich ohne Metamorphose.

Die Thiere schwimmen im Meere. Ihre Stellung ist sehr zweifelhaft, doch schließen sie sich durch einige andere Meerwürmer (Chaetosoma, Rhabdogaster) noch am nächsten an die Fadenwürmer an.

Ordnung der Fadenwürmer (Nematodes).

Ausgebildeter Darmkanal. Geschlechter getrennt, mit sehr seltenen Ausnahmen.

Die Ordnung ist von höchster Bedeutung für den Menschen, indem ihr diejenigen Schmarotzer angehören, welche für das Leben am gefährlichsten sind. Die allgemeinen anatomischen Verhältnisse wurden schon bei der Behandlung der Klasse erörtert. Hier ist noch besonders das hinsichtlich der Fortpflanzung Bekannte nachzutragen.

Die innern Geschlechtsorgane sind stets in Röhrenform entwickelt; bald einfach, bald doppelt und vielfach im Körper umhergewunden. Die röhrenförmigen Eierstöcke, in welchen sich die Eier meist in eigenthümlicher Weise um eine mittlere Spindel (Rhachis) entwickeln, gehen allmählich in die Eileiter über, die häufig Erweiterungen haben, in welchen die Eier sich zuweilen vollständig entwickeln, sodaß die Würmer lebendige Junge gebären. Die weibliche Geschlechtsöffnung findet sich meist nach vorn an der Bauchseite, etwa in der Mitte der Körperlänge, selten am Ende. Das Weibchen ist stets größer und häufiger oft sogar sehr anders gestaltet als das Männchen, das außer den schlauchförmigen Hoden, in welchen seltsam gestaltete Samenkörperchen erzeugt werden, meist noch sehr entwickelte Begattungsorgane besitzt in Form von hornigen Leisten (Spicula), glockenförmigen Taschen u. s. w. Die Copula bei der Begattung ist sehr innig, oft so sehr, daß sich das kleinere Männchen, das auf der weiblichen Geschlechtsöffnung wie ein zweiter Vorderkörper aufsitzt, nur mit Gewalt trennen läßt.

Die Jungen entwickeln sich aus dem ganzen Dotter und haben gemeiniglich eine schlanke Form mit etwas schräg abgestutztem Hinterende (Rhabditisform). Außer den gewöhnlichen Individuen hat man auch bei einigen Arten verschiedene Erscheinungsformen beobachtet. So wird die Rhabditislarve von Dochmius trigonocephalus, die im Wasser lebt, bald im Darm des Hundes, welcher das Wasser säuft, geschlechtsreif und ändert dabei die Form. Dann legt das Weibchen Eier, die mit den Excrementen des Hundes in das Wasser gelangen und dort Rhabditislarven werden. Bleiben diese im Wasser oder kommen sie in Schnecken, so werden sie ebenfalls geschlechtsreif, ändern aber die Form nicht.

Ascaris nigrovenosa hat ebenfalls zwei geschlechtsreife Formen. Die eine lebt in der Lunge des Frosches. Die Jungen, von Rhabditisform, wandern aus und finden sich in der Kloake des Frosches, von wo sie in Schlamm und feuchte Erde gelangen. Sie behalten die Rhabditisform, begatten sich, die Jungen bleiben im Uterus, fressen erst die Eischalen, dann die Organe der Mutter, sprengen endlich die leere Hülse. Frei geworden ändern sie die Form und die Gestaltung der innern Organe und pflanzen sich fort. Erst durch die Einwanderung in Frösche erzeugt sich der Spulwurm derselben in seiner Form.

Das Leben der Fadenwürmer setzt sich aus verschiedenen Phasen zusammen. Die einen leben beständig frei, im süßen und Salzwasser, in Schlamm und Dammerde, faulen Früchten, gärenden Pflanzenstoffen u. s. w.; die andern haben, wie wir gesehen haben, zwei geschlechtsreife Formen, eine freie und eine schmarotzende. Viele schmarotzen während des größten Theils ihres Lebens, besonders im entwickelten Zustande, leben aber frei während eines Theils ihrer Jugend. Die Schmarotzer beschränken sich nur auf ein Wohnthier, gewöhnlich durchlaufen sie ihren Lebenscyklus in zwei Wirthen, in dem einen in unreifen Zustande, sei es frei, sei es [illegible] dem andern im reifen Zustande. [illegible] die Wanderung [illegible]. Der [illegible] der unreife Darm [illegible], und [illegible] gefressen, z. B. [illegible] Vögeln oder Säugethieren [illegible] Fressers werden [illegible] ihre Eier oder [illegible] Excrementen und [illegible] Erde [illegible] Aufen [illegible]

auch active vor, indem freilebende Würmer sich von außen in die Wirthe einbohren, wozu sie oft besondere Waffen (Bohrstacheln u. s. w.) besitzen, die sie später abwerfen. Active und passive Wanderungen kommen auch innerhalb der Körper der Wirthe vor, indem die winzigen Embryonen der einen in die Gefäße gelangen und mit dem Blute circuliren, bis sie zum gelegenen Entwickelungsorte gelangen, während andere sich einen Weg durch die Gewebe des Wirthes bis zu ihrem Platze bahnen.

Die Familien sind sehr zahlreich. Wir erwähnen nur diejenigen, die besonders interessiren.

Die Familie der Aalwürmchen (Anguillulida) besteht aus kleinen rundlichen Fadenwürmchen mit spitzem, bei einer Gattung warzigem Schwanzende, die in großen Mengen in gärenden und faulenden Stoffen vorkommen. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt in der Mitte des Körpers oder etwas mehr nach vorn; die männliche, mit einem einfachen hornigen Begattungsorgane versehene, weit nach hinten am Beginn des Schwanzendes. Der rundliche, endständige Mund ist unbewaffnet, der Darm gerade, meist mit einem zwiebelartigen dickern Schlundkopfe versehen. Eierstock und Hoden bilden einen einfachen Schlauch. Die bekannten Essigälchen und Kleisteräl chen, sowie die im Mutterkorn und im rostigen Getreide vorkommenden Würmchen gehören dieser Familie an. Die Eier entwickeln sich meist im Leibe der Mutter, sodaß sie lebendige Junge gebären. Sie leben nach jahrelanger Austrocknung durch Befeuchtung wieder auf.

Familie der Spulwürmer (Ascarida). Mund dreieckig, mit Knötchen am Eingange des Schlundes, zuweilen auch mit Tastwärzchen. Eierstöcke doppelt. Männliche Geschlechtsöffnung nahe dem spitzigen Schwanzende. Hierher gehört der unserer abgebildeten Art (Pferdespulwurm, Ascaris, Taf. 29, Fig. 35) ähnliche, gemeine Menschenspulwurm (Ascaris lumbricoides), der bis zu 40 Centimeter lang wird, vorzugsweise im Dünndarme lebt, am häufigsten bei Kindern von 5—15 Jahren ist, zuweilen auswandert, nur ausnahmsweise in andere Darmregionen oder Organe eindringt, nur selten ernstliche Beschwerden macht, leicht sich abtreiben läßt (Semen cinae — Blütenknospen von Artemisien und das daraus bereitete Santonin). Er producirt Millionen von Eiern, die mit dem Kothe abgehen. Wie er in den Menschen gelangt, ist unbekannt. Zu derselben Familie gehört der Madenwurm oder Spitzschwanz (Oxyuris vermicularis, Fig. 36). Die Weibchen werden bis 1 Centimeter, die höchst seltenen Männchen, die einen stumpfen eingerollten Schwanz haben, nicht halb so lang. Sie finden sich in Massen im Mastdarme der Kinder, wandern abends im After und den benachbarten Theilen umher und verursachen unerträgliches Kitzeln. Klystiere mit Kalkwasser wirken vortrefflich dagegen. Wie sie in den Menschen kommen, ist unbekannt.

In die Familie der Fadenwürmer (Filarida) mit rundem, knotenlosem Munde und sehr langem, fadendünnem Körper gehört der Fadenwurm der Tropengegenden (Filaria medinensis), welcher sich in die Haut einbohrt und dort Geschwüre bildet, die endlich, wenn der Wurm seine Brut absetzen will, aufbrechen. Man wickelt ihn dann durch höchst langsames Aufwinden heraus und hütet sich sehr, ihn zu zerreißen, da seine Leibeshöhle eine ätzende Flüssigkeit enthält, welche auf das Geschwür vergiftend einwirkt. Der Wurm soll die geschlechtsreife Form eines in dem Süden besonders im Brackwasser lebenden Aelchens (Urolabes) sein.

Zur Familie der Pfahlwürmer (Strongylida), wo die Männchen einen glockenförmigen Schirm als Copulationsapparat und die Weibchen einfache Eierstöcke besitzen, gehört der Riesenwurm (Eustrongylus gigas), welcher in den Nieren des Schweins, und auch in höchst seltenen Fällen des Menschen vorkommt, eine Länge von mehrern Fuß erreicht und durch seine Zerstörung stets den Tod des Individuums herbeiführt. Der Wurm kommt auch bei manchen Fleischfressern und Hausthieren vor, ist aber immer selten. — Zu derselben Familie gehört ein im Dünndarme der Südländer, besonders Nordafrikaner, lebender Wurm, der Blutwurm (Anchylostomum duodenale). Das Weibchen wird bis 18 Millimeter, das Männchen halb so lang; das Thier hat eine runde, bauchige, bunte Mundkapsel mit klauenartigen Zähnen darin, beißt damit die Darmwand an, saugt Blut und verursacht hartnäckige und selbst tödliche Blutungen. Art der Einwanderung unbekannt.

Familie der Peitschenwürmer (Trichotrachelida). Vordertheil des Körpers fadenförmig oder wenigstens verdünnt; Hinterleib dicker, beim Männchen spiralig eingerollt. Hierher gehört der ganz unschädliche Peitschen- oder Haarwurm (Trichocephalus dispar, Fig. 37), der den Dick- und Dünndarm des Menschen bewohnt. Das fast gleichlange Männchen hat einen spiralig eingerollten Leib, während das abgebildete Weibchen gestreckt ist. Häufig. Einwanderung unbekannt.

Zu derselben Familie gehört aber auch die höchst schädliche Trichine, die von dem Schweine auf den Menschen übergepflanzt wird. Die Geschichte dieses Würmchens, das im weiblichen Geschlechte ausgewachsen 3 Millimeter, im männlichen halb so lang wird, beruht auf passiver Wanderung aus einem Thiere in das andere. In dem einen Wohnthiere lebt der Wurm als geschlechtslose Muskeltrichine eingekapselt in den Muskeln, vorzugsweise in denen des Kehlkopfes oder der Augen, dann aber in allen Muskeln ohne Ausnahme. Man sieht dann stecknadelkopfgroße, weiße Pünktchen, bei stark inficirten Thieren zu Millionen in den Muskeln, die sich bei genauerer Untersuchung als meist ovale Kapseln darstellen, in welchen der Wurm eingerollt liegt (Trichinenkapseln, links mit dem Wurm, rechts verkalkt, Fig. 33). In diesen Puppenkapseln liegt der Wurm lebend gewiß Monate, vielleicht Jahre. Wird er während dieser Zeit nicht befreit, so stirbt er ab und die Kapsel füllt sich mit kreidiger Masse. Wird aber das Thier (Maulwurf, Mäuse und ganz besonders Ratten) von einem Schweine z. B. gefressen (der gewöhnliche Ansteckungsfall), so wird das Fleisch im Magen des Schweins verdaut, die Kapseln lösen sich auf und die Trichinen werden im Darme frei. Sie entwickeln sich in wenigen Tagen, begatten sich und gebären Junge. Diese bohren sich in die Darmwandungen und die Blutgefäße ein, gelangen in die Muskeln, fressen die Muskelsubstanz, rollen sich dann spiralig zusammen und puppen sich dann in der Kapsel ein, die theils von ihnen, theils von dem Muskel geliefert wird. Der Zeitpunkt, wo die Muskeltrichinen einwandern und fressen, ist die Zeit der Erkrankung — Schmerzen in den Muskeln, rheumatischen ähnlich, Heiserkeit, Fieber, bei massenhafter Einwanderung typhusähnliche Zustände und Tod. Vom Schweine auf den Menschen setzt sich der Prozeß fort; die Muskeltrichine des Schweins wird Darmtrichine (Trichina spiralis, reifes Weibchen, Fig. 34) beim Menschen, und ihre Jungen wandern in die Muskeln desselben ein. Man hat Erkrankungen vieler Personen mit häufigen Todesfällen nach dem Genusse eines inficirten Schweins beobachtet. Mit der Ein-

ist einfach. Bei den Kratzern fehlt jede Spur
nkanals. Die Thiere ernähren sich nur durch
g der sie umgebenden Flüssigkeiten mittels
Bei den Saitenwürmern findet sich wol
anal, der in dem Körper hinläuft, und auch
öffnung, aber kein After, während bei den
tern stets ein vollständig ausgebildeter Darm-
endständiger Mundöffnung und After vor-
. Bei diesen lassen sich auch öfter in dem
und dem Anfange des Darmkanals hornige
oder Wülste unterscheiden, die oft besonders
erden können und eine Bewaffnung des
angs darstellen.
lund ist eng und oft hornig; auf ihn folgt
geliger Muskelmagen, der weitere Drüsenma-
der Darm sind meist zellig; der After steht
Ende, sondern ist mehr oder minder nach
kt.
Gefäßsystem noch Athemorgane. Die den
nälen der Würmer analogen Organe bilden
inen Längskanäle, die in den Seitenfeldern
und vorn am Halse in einer gemeinschaft-
nung, dem Halsporus, ausmünden, bei den
it zwei in die Leibeshöhlen hineinragenden
Lemnisci) in Verbindung stehen.
schlechter sind meist getrennt und häufig sehr
i gestaltet. Bei den wenigsten findet Larven-
hose statt. Der Wurm entwickelt sich aus
en Dotter.
nigsten Rundwürmer leben frei, im Meere,
asser, in der Erde oder in verschiedenen
en. Die meisten sind Schmarotzer in andern
nd viele wandern aus den einen in die andern
ein.

g der Borstenkiefer (Chaetognathi).

**nmende Meerwürmer mit Flossen, Bor-
kenförmigen Kiefern und geradem
Zwitter.**

dnung wird nur von einer einzigen Gattung ge-
gitta bipunctata, Taf. 29, Fig. 31). Der
walzenförmig, der Kopf etwas gesondert, der
l von einem Flossensaume umgeben, der sich an
Stellen zu End- und Seitenflossen erhebt.
d ist mit zwei großen seitlichen Hakenkiefern
, welche aus gekrümmten, starken Borsten
gesetzt scheinen. Zuweilen stehen feine
n den Seiten des Körpers. Der Darm ist
After bauchständig am Beginn des Schwanzes.
vensystem besteht aus zwei Schlundganglien;
obern sitzen zwei Augen. Die Geschlechts-
aus Hoden und davorliegenden Eierstöcken
, liegen an der Basis des Schwanzes. Die
ickeln sich ohne Metamorphose.
iere schwimmen im Meere. Ihre Stellung
weifelhaft, doch schließen sie sich durch einige
eerwürmer (Chaetosoma, Rhabdogaster) noch
len an die Fadenwürmer an.

ng der Fadenwürmer (Nematodes).

**ebildeter Darmkanal. Geschlechter
t, mit sehr seltenen Ausnahmen.**

rdnung ist von höchster Bedeutung für den
, indem ihr diejenigen Schmarotzer angehören,
r das Leben am gefährlichsten sind. Die all-
anatomischen Verhältnisse wurden schon bei
ndlung der Klasse erörtert. Hier ist noch be-
das hinsichtlich der Fortpflanzung Bekannte
gen.

Die innern Geschlechtsorgane sind stets in Röhrenform entwickelt; bald einfach, bald doppelt und vielfach im Körper umhergewunden. Die röhrenförmigen Eierstöcke, in welchen sich die Eier meist in eigenthümlicher Weise um eine mittlere Spindel (Rhachis) entwickeln, gehen allmählich in die Eileiter über, die häufig Erweiterungen haben, in welchen die Eier sich zuweilen vollständig entwickeln, sodaß die Würmer lebendige Junge gebären. Die weibliche Geschlechtsöffnung findet sich meist nach vorn an der Bauchseite, etwa in der Mitte der Körperlänge, selten am Ende. Das Weibchen ist stets größer und häufiger oft sogar sehr anders gestaltet als das Männchen, das außer den schlauchförmigen Hoden, in welchen seltsam gestaltete Samenkörperchen erzeugt werden, meist noch sehr entwickelte Begattungsorgane besitzt in Form von hornigen Leisten (Spicula), glockenförmigen Taschen u. s. w. Die Copula bei der Begattung ist sehr innig, oft so sehr, daß sich das kleinere Männchen, das auf der weiblichen Geschlechtsöffnung wie ein zweiter Vorderkörper aufsitzt, nur mit Gewalt trennen läßt.

Die Jungen entwickeln sich aus dem ganzen Dotter und haben gemeiniglich eine schlanke Form mit etwas schräg abgestutztem Hinterende (Rhabditisform). Außer den gewöhnlichen Individuen hat man auch bei einigen Arten verschiedene Erscheinungsformen beobachtet. So wird die Rhabditislarve von Dochmius trigonocephalus, die im Wasser lebt, bald im Darm des Hundes, welcher das Wasser säuft, geschlechtsreif und ändert dabei die Form. Dann legt das Weibchen Eier, die mit den Excrementen des Hundes in das Wasser gelangen und dort Rhabditislarven werden. Bleiben diese im Wasser oder kommen sie in Schnecken, so werden sie ebenfalls geschlechtsreif, ändern aber die Form nicht.

Ascaris nigrovenosa hat ebenfalls zwei geschlechtsreife Formen. Die eine lebt in der Lunge des Frosches. Die Jungen, von Rhabditisform, wandern aus und finden sich in der Kloake des Frosches, von wo sie in Schlamm und feuchte Erde gelangen. Sie behalten die Rhabditisform, begatten sich, die Jungen bleiben im Uterus, fressen erst die Eischalen, dann die Organe der Mutter, sprengen endlich die leere Hülse. Frei geworden ändern sie die Form und die Gestaltung der innern Organe und pflanzen sich fort. Erst durch die Einwanderung in Frösche erzeugt sich der Spulwurm derselben in seiner Form.

Das Leben der Fadenwürmer setzt sich aus verschiedenen Phasen zusammen. Die einen leben beständig frei, im süßen und Salzwasser, in Schlamm und Dammerde, faulen Früchten, gärenden Pflanzenstoffen u. s. w.; die andern haben, wie wir gesehen haben, zwei geschlechtsreife Formen, eine freie und eine schmarotzende. Viele schmarotzen während des größten Theils ihres Lebens, besonders im entwickelten Zustande, leben aber frei während eines Theils ihrer Jugend. Die Schmarotzer beschränken sich nur selten auf ein Wohnthier, gewöhnlich durchlaufen sie ihren Lebenscyklus in zwei Wirthen, in dem einen im unreifen Zustande, sei es frei, sei es eingekapselt, in dem andern im reifen Zustande. Gewöhnlich ist dann die Wanderung passiv. Der Wirth, in welchem sich der unreife Wurm befindet, wird von einem Feinde gefressen, z. B. Weichthiere von Fischen, Fische von Vögeln oder Säugethieren u. s. w. Im Darm des Fressers werden dann die Würmer frei, begatten sich, ihre Eier oder Jungen gelangen nach außen mit den Excrementen und kommen durch das Wasser, die Erde u. s. w. in den Bereich des ersten Wirthes Außer diesen passiven Wanderungen kommen aber

halten stets viele Eier. Diese entwickeln nach vorausgegangener Furchung zuerst eine innere Höhlung mit einem nach außen mündenden Schlunde, der bei vielen heftige Schluckbewegungen macht und sogar die benachbarten Eier, welche in ihrer Entwickelung zurückgeblieben sind, verschlingt. Die Anlage des Bauchmarkes bildet eine Art Primitivstreifen, entfernt ähnlich, aber nicht homolog demjenigen der Wirbelthiere, und auch nicht demjenigen der Gliederthiere, womit man ihn zusammengestellt hat.

Den Uebergang zu den Flimmerwürmern bilden die Weichegel (Malacobdellida). Ihr Körper ist mit Flimmerhaaren besetzt, abgeplattet, vorn stumpf, hinten mit einem großen Saugnapf versehen; der Mund weich, unbewaffnet, mit kleinen Wärzchen besetzt; der Darmkanal gerade, ohne Blindsäcke und Verzweigungen; das Nervensystem besteht aus zwei seitlichen Stämmen und zwei seitlichen Schlundknoten. Die Geschlechter sind getrennt; äußere Begattungswerkzeuge fehlen ganz. Sie schmarotzen auf Seemuscheln.

Die Familie der Rüsselegel (Clepsinida) hat einen hinten breiten, vorn sehr schmalen Körper, mit einem breiten, hintern Saugnapfe, einen vorstreckbaren Rüssel ohne Bewaffnung und einen mit langen Blinddärmen versehenen Darmkanal. Sie leben hauptsächlich in süßen Wassern, wo man sie an Wasserpflanzen kriechend antrifft, und nähren sich vom Blute der Wasserschnecken. Clepsine, die wir Taf. 29, Fig. 30 abbilden, ist häufig in Bächen und Gräben.

Die Familie der Blutegel (Hirudinida) hat einen mehr gleichförmig breiten Körper, zuweilen mit deutlichen Ringeln, und außer dem großen hintern Saugnapf einen vordern Mundnapf, welcher bald permanent ist, bald auch, wie bei dem medicinischen Blutegel, durch Ausdehnung der lippenförmigen Umgebung des Mundes gebildet werden kann. Der Mund ist stets ohne Rüssel, bei einigen mit Kiefern bewaffnet, bei andern nur mit einem fleischigen Wulste versehen. Zu dieser Familie gehört der gewöhnliche Blutegel (Sanguisuga), in Mitteleuropa, Kleinasien und Ostindien einheimisch, der zum Blutsaugen am Menschen benutzt wird; der Roßegel (Haemopis sanguisorba, Fig. 28), und viele auf Fischen (Piscicola) und auf Krebsen (Branchiobdella) schmarotzende Würmer. Die meisten Blutegel lauern im Versteck auf die Thiere, welche zur Tränke kommen, andere heften sich an die äußere Haut oder in leicht zugänglichen Höhlen (Mund- und Kiemenhöhle) an. Zum medicinischen Gebrauche werden eine Menge von Arten und Varietäten in verschiedenen Ländern benutzt; bei uns wesentlich drei verschiedene Varietäten. Man fängt sie in Bächen und Gräben, transportirt sie in frischen Beuteln von Leinwand, die man von Zeit zu Zeit in Wasser taucht; züchtet sie in Teichen, füttert sie alle sechs Monate mit Blut, das man in Beuteln in das Wasser hängt, oder mit Froschlaich, Kaulquappen und jungen Fröschen. Unmittelbar nach dem Saugen entleert man sie durch Druck von hinten nach vorn. Manche auf Fischen schmarotzende Blutegel zeigen deutliche Gliederung (Albione, Fig. 29). In den feuchten Wäldern Südasiens und den Inseln gibt es Landblutegel, die sich besonders an die Beine der Wanderer ansaugen und eine wahre Landplage sind.

Ordnung der Saugwürmer (Trematoda).

Weichhäutige, platte Würmer mit einem oder mehrern Saugnäpfen, afterlosem Darm, einfachen seitlichen Schleifengefäßen, ohne Kreislauf und Athemorgane. Außen- oder Innenschmarotzer. Meist Zwitter.

Die Haut ist weich, sehr dehnbar und in ihr finden sich meist eigenthümliche Kalkkörperchen von scheibenförmiger Gestalt, die concentrische Ringe zeigen und in blinden Aesten der Schleifengefäße liegen. Die Haut und der ganze Körper sind äußerst contractil und von einem maschenförmigen Muskelgewebe durchzogen. Zum Anheften besitzen die Saugwürmer einen oder mehrere Saugnäpfe, welche oft noch von besondern Gerüsten und innern Haken unterstützt werden, niemals aber solche Hakenrüssel, wie die Bandwürmer haben. Bei einigen Gattungen enthält der am vordern Ende des Leibes gelegene, meist kleinere Saugnapf zugleich den Mund. Die übrigen Saugnäpfe sind undurchbohrt, auf der Bauchfläche oder an dem Hinterende des Leibes angebracht und manchmal selbst in großer Anzahl vorhanden. Diese hintern Saugnäpfe sind dann zuweilen mit eigenthümlichen Horngerüsten und Haken versehen, die innerhalb der Saugnäpfe selbst angebracht sind. Bei vielen Saugwürmern kommen auch nur Sauggruben vor, die zuweilen in einem förmlich gegitterten Netze an der Bauchfläche zusammenfließen. Mittels dieser Saugnäpfe und Hakengerüste heften sich die Saugwürmer sowol an den innern als an den äußern Organen anderer Thiere sehr fest und entgehen dadurch auch ziemlich leicht der Nachforschung. Bei vielen kommen auf der Haut Warzen, Stachelkreuze u. s. w. besonders am Vorderende vor. Das Nervensystem besteht aus zwei feinen, durch einen schmalen Faden vereinigten Knötchen und liegt bei den Gattungen, die einen vordern Mund haben, auf der Bauchseite des Schlundes, bei den übrigen an der entsprechenden Stelle. Die beiden Seidenfäden, welche nach hinten gehen, sind nur dünn und zart, lassen sich aber meist durch den ganzen Körper verfolgen. Sinnesorgane fehlen durchaus, nur bei einigen Larven oder ammenartigen Wesen hat man Pigmentflecke gesehen, deren Bedeutung als rudimentäre Augen indeß noch sehr zweifelhaft ist. Die Verdauungsorgane der Saugwürmer sind fast immer deutlich entwickelt, nur bei einigen wenigen rudimentär. An dem Vorderende des Leibes in der Mittellinie, meist etwas auf der Bauchseite, seltener am Rande, befindet sich der Mund, der in einen bald längern, bald kürzern, meist geraden, zuweilen geschlängelten Schlund übergeht; zuweilen findet sich noch ein kleiner muskulöser Schlundkopf, niemals aber ein eigentlicher Magen. Am Ende des Schlundes theilt sich nämlich der Darm in zwei gabelförmige Aeste, die meistens blind endigen, bei den Einlöchern aber in der Mitte zusammenlaufen, sodaß der Darmkanal einen förmlichen Kreis bildet. Nur bei einigen wenigen und in ihrem ganzen Verhalten sehr abweichenden Saugwürmern findet sich ein einfacher gerader Darmkanal, der aber stets afterlos ist. In den meisten Fällen sind die gabelförmigen Darmschläuche einfache blinde Säcke von meist gleicher Weite, oft aber gehen von den beiden Hauptstämmen sehr viele verzweigte Nebenäste aus, die sich durch den ganzen Körper verbreiten und sehr verzweigte Gefäßbäume bilden, welche indeß überall blinde Enden besitzen. Die den Schleifenkanälen der übrigen Würmer homologen Gefäße bestehen aus zwei seitlichen, vielfach gewundenen und zuweilen selbst zurückgebogenen Röhren, die am Hinterende des Körpers meist in eine gemeinschaftliche Blase sich vereinigen und mit einer Oeffnung nach außen münden. Im Innern finden sich hier und da Flimmerfackeln oder Flimmerüberzüge, in den Endästchen des Maschennetzes, das die feinsten Kanäle bildet, die erwähnten Kalkconcretionen. Die Function scheint hier wesentlich Aussonderung zu sein.

Alle Saugwürmer, mit alleiniger Ausnahme einiger weniger Arten, sind Hermaphroditen und pflanzen sich durch Knospung und geschlechtliche Zeugung fort. Die weiblichen Geschlechtstheile nehmen meistens den größten Theil des Leibes ein und haben merkwürdigerweise besondere Bildungsstätten für die einzelnen Theile des Eies. Das Keimbläschen bildet sich in einem mitten im Leibe gelegenen eiförmigen Behälter, dem Keimstocke, dessen kurzer Ausführungsgang in eine Erweiterung des schlauchförmigen Uterus mündet; dorthin münden ebenfalls die Ausführungsgänge vielfach verästelter traubenförmiger Blindsäcke, der Dotterstöcke, in welchen die Dottersubstanz gebildet wird. Dotterkörnchen und Keimbläschen treten in dem schlauchförmigen Organe, dem sogenannten Uterus, erst zur Bildung des eigentlichen Eies zusammen. Der meist unregelmäßig gewundene Uterusschlauch mündet gewöhnlich an dem Vorderrande des Körpers hinter dem Munde und neben dem männlichen Begattungsorgane auf der Bauchseite nach außen. Jeder Saugwurm enthält außerdem zwei Hoden, die meistens hintereinander liegen und von welchen zwei Samenleiter abgehen; der eine in ein inneres Samenbläschen, welches in den Grund des Uterusschlauchs mündet, die beiden andern in ein äußeres Samenbläschen, welches durch einen langen Gang in das Begattungsglied ausmündet. Es ist auf diese Weise sowol Begattung zweier Individuen möglich, als auch die Selbstbefruchtung der in einem Individuum erzeugten Eier hinlänglich gewahrt. Die Eier der Saugwürmer haben nur eine hornige Schale, die zuweilen mit einem Deckel aufspringt; sie sind meist eiförmig, bräunlich, hart und bei einigen Gattungen so unverhältnißmäßig groß, daß man sie für besondere Organe ansah.

Nach der Art des Lebens und der Fortpflanzung unterscheidet man zwei Unterordnungen.

Unterordnung der Vielllöcher (Polystomida oder Monogenea).

Außenschmarotzer auf Wasserthieren mit mehr als zwei Saugnäpfen oder Saugscheiben, sehr großen, seltsam gestalteten Eiern, die sich ohne Generationswechsel fortpflanzen.

Die hauptsächlichsten Haftapparate stehen an dem hintern Theile des Thiers und sind meist sehr complicirt gebaut, mit harten Chitinleisten, Haken u. s. w. versehen. Bald sind es Saugnäpfe, die festsitzen oder gestielt sein können, zuweilen in Menge auf besondern Körperanhängen stehen, bald Haftscheiben mit Haken und Stacheln, zu denen sich noch Saugnäpfe an andern Theilen des Körpers, Haken u. s. w. gesellen können. Nur bei einigen wenigen hat man innere Knospenzeugung in einem besondern Organe beobachtet (Gyrodactylus), bei den meisten geht die Fortpflanzung durch große, hartschalige Eier von seltsamer Form vor sich (dreieckig, ankerartig u. s. w.), die aber fast immer dadurch ausgezeichnet sind, daß ihre Hornschale in einen langen, biegsamen Faden ausläuft, der um die Kiemen der Fische z. B. geschlungen wird und so das Ei festhält. Solche Eier werden nur in sehr geringer Zahl gelegt. Das aus ihnen ausschlüpfende Junge sieht zwar den Aeltern ziemlich ähnlich, unterscheidet sich aber immerhin durch andere Dimensionen, Mangel der Geschlechtsorgane u. s. w. Die Thiere leben vorzugsweise an den Kiemen der Fische, seltener der Meerkrebse, einige wenige im innern, leicht von außen zugänglichen Höhlen, wie z. B. eine sehr häufige einheimische Art (Polystomum integerrimum) in der Harnblase der Frösche im geschlechtsreifen Zustande, dagegen in der Jugend auf den Kiemen der Kaulquappen, von wo die Würmchen beim Verschwinden der Kiemen auswandern. Wir bilden zwei Arten ab; die eine, durch einen großen hintern, mit einem Chitinrade gestützten und zwei kleine vordere Saugnäpfe ausgezeichnet, lebt auf Seefischen (Dreiloch, Tristomacoccinea, Taf. 30, Fig. 1), die andere, ein wahres Doppelthier, auf den Kiemen unserer Weißfische (Doppelwurm, Diplozoon paradoxum, Taf. 29, Fig. 42). Die Lebensgeschichte dieses Doppelwurms ist höchst seltsam. Als ungeschlechtiger einfacher Wurm kriecht er aus dem Ei, läßt aber durch die eigenthümlichen hintern, quergestützten Haftscheiben und die vordern kleinen Saugnäpfe die Zusammengehörigkeit mit dem Doppelwurm erkennen. Jede Diporpa (so wurde das Junge genannt) hat in der Mitte des Bauchs noch einen fleischigen Saugnapf und auf der Rückenseite einen Zapfen. Zwei Diporpen legen sich so zusammen, daß die erste mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der zweiten erfaßt. Dann drehen sich beide so zurück, daß auch die zweite mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der ersten fassen kann. Sobald dies geschehen, verwachsen die beiden Individuen völlig und werden nun erst geschlechtsreif.

Unterordnung der Doppellöcher (Distomida oder Digenea).

Innenschmarotzer mit höchstens zwei Saugnäpfen, vielen kleinen Eiern und Generationswechsel.

Der vordere Saugnapf, der stets vorhanden, meist aber der kleinere ist, umfaßt den Mund, der hintere, der nur selten fehlt (Monostomum), findet sich in der Mitte des Leibes oder mehr nach vorn, selten am hintern Ende (Amphistomum), und dann sehr groß, sodaß dadurch der Uebergang zu der vorigen Unterordnung gebildet wird. Chitinleisten und Haken sind niemals in den Saugnäpfen entwickelt. Die geschlechtsreifen Thiere enthalten oft ungeheuere Massen von Eiern, die sich zuweilen noch im Innern des Eileiters ausbilden, sodaß die Thiere lebendige Junge gebären. Die meisten Doppellöcher bewohnen innere, von außen zugängliche Höhlen, von welchen aus Eier und Junge leicht in das Freie gelangen können (Darm, Harnblase, Lunge u. s. w.), einige Arten freilich finden sich in geschlossenen Systemen, aus welchen die Jungen nur durch Durchbohrung der Wände aus- und einwandern können. So leben von den im Menschen einheimischen Thieren, zu welchen auch der in den Schafen so häufige, hier abgebildete Leberegel (Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 2) gehört, der bei den Schafen die Leberfäule erzeugt, einige in den Gallengängen (außer dem Leberegel noch Distoma lanceolatum und crassum), eine andere Art (D. heterophyes), wesentlich in Nordafrika einheimisch, im Dünndarm, aber eine höchst merkwürdige Art, wo das größere Männchen das Weibchen in einem Halbkanale eingeschlossen mit sich herumträgt (D. haematobium), in dem Blute der Gefäße, besonders in der Pfortader der ägyptischen Fellah. Wie sie dort hinein- und wie die Eier oder Jungen aus der Pfortader herauskommen, ist noch nicht erforscht.

Im allgemeinen ist die Lebensentwickelung der Doppellöcher diese. Aus dem kleinen hartschaligen, meist mit einem Deckel aufspringenden Ei entsteht eine Larve, die in den meisten Fällen, wie bei dem Leberegel, einen vollständigen (Larve des Leberegels, Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 3) oder auch einen

unvollständigen Flimmerüberzug besitzt, mit welchem sie umherschwimmen kann. Die hier abgebildete Larve hat ein kreuzförmiges Auge (?) hinter einem Stirnfortsatz, andere haben zwei Pigmentflecke, die später verschwinden. Oft sieht man schon im Hintertheile dieser Larve die Anlage eines neuen Individuums. Nach einigem Umherschwimmen schlüpft die Larve in irgendein Wasserthier ein, wirft die Wimperhülle ab und erscheint nun als ein verkümmerter Wurm, mehr oder minder in Form eines Schlauchs. Man hat die am wenigsten verkümmerten Würmer, die noch einen kurzen Darm, einen muskulösen Schlundkopf und mehr oder minder entwickelte Schleifengefäße besitzen, Redien genannt. Von ihnen aus zieht sich eine Kette zunehmender Verkümmerung, wodurch der Schlundkopf und der Darm sowie die Schleifengefäße zu Grunde gehen, bis zu Schläuchen, in welchen man nichts als eine mehr oder minder contractile Hülle und einen Beleg von innerm Protoplasma unterscheiden kann. Diese Wurmschläuche hat man Sporocysten genannt, sie stellen, wie man sieht, den Wurm in der höchsten Potenz der Verkümmerung dar, wo er nichts mehr ist als innere Brutstätte. Man hat infolge der für den Generationswechsel angenommenen Nomenclatur diese verkümmerten Wurmindividuen, in welchen sich die Jungen auf ungeschlechtige Weise durch Knospung erzeugen, unter dem Namen der Ammen zusammengefaßt. In allen diesen Ammen bilden sich aber die Jungen auf folgende Art. Die Höhlung des Schlauchs, oder bei den mit Verdauungsorganen versehenen Ammen nur ein Theil desselben, meistens der hintere, füllt sich mit körnigen Protoplasmaballen an, die niemals die Charaktere eines Eies an sich tragen und nach und nach zu einem wurmähnlichen Wesen auswachsen, das man schon lange kannte und unter dem Namen Cercaria bald den Infusorien anreihte, bald selbst mit den Samenthierchen zusammenbrachte (Cercaria armata, Taf. 30, Fig. 4). Es bestehen nämlich die fast mikroskopischen Cercarien nach ihrer vollständigen Ausbildung innerhalb des Schlauchs aus einem Vorderkörper, der meistens einen oder zwei Saugnäpfe, Verdauungskanal, Wassergefäße u. s. w. besitzt, zuweilen vorn am Kopfe mit Hornspitzen versehen ist und einen vollständigen Saugwurmleib darstellt, und einem schwanzförmigen Anhange, welcher bei den meisten einfach, bei einer bekannten Art doppelt ist. Sobald die Cercarien so weit entwickelt sind, so brechen sie aus ihrer Amme, aus dem Keimschlauche, hervor (bei den Redien meist durch eine eigene Geburtsöffnung, bei den Sporocysten durch Platzen des Schlauchs) und schwimmen mit Hülfe ihres Schwanzes in dem Wasser umher, in welchem sie sich äußerst lebhaft unter den sonderbarsten Krümmungen und Windungen umhertummeln. Man braucht im Sommer nur einige Wasserschnecken in einem Glase mit reinem Wasser zu sammeln, ihnen zur Beförderung des Austritts der Cercarien die Schale abzunehmen und ihre Haut an verschiedenen Stellen einzuritzen, um bald lebhaft bewegte Wolken im Wasser zu sehen, die unter dem Mikroskope als Schwärme von Cercarien erscheinen. Viele dieser Würmchen sind nun darauf angewiesen, sich in Insektenlarven oder andern Thieren, Schnecken u. s. w., welche das Wasser bewohnen, von außen her einzubohren und deren Leibeshöhle zu bewohnen. Man hat diesen Act des Einbohrens selbst beobachtet, wobei die Stachelkränze oder die spitzigen Stirnwaffen den sie besitzenden Arten, wie die abgebildete, wesentliche Dienste leisten. Beim Hinüberschlüpfen in die Insektenlarve verlieren die Cercarien ihren Schwanzanhang und erscheinen nun schon in der Form von Saugwürmern. Sie ziehen sich nun zusammen, schwitzen einen glashellen Stoff aus und bilden sich so eine Puppenhülle, in welcher sie durch Entwickelung ihrer vorher kaum angelegten Geschlechtstheile ihrer weitern Ausbildung entgegengehen. Gewiß erfolgt diese erst, wenn die Wohnthiere von Raubthieren, Fischen, Fischen, Vögeln und Säugethieren gefressen wurden. Im Magen und Darm dieser Thiere kriechen die eingepuppten Cercarien als entwickelte Doppellöcher aus. In dem hier skizzirten, gewöhnlichen Leben der Doppellöcher findet sich also zuerst wenigstens eine Zwischengeneration, diejenige der verkümmerten Würmer der Ammen, welche durch innere Knospung Junge, d. h. Cercarien erzeugen. Hier können aber noch Zwischengenerationen eingeschoben werden, denn man hat constatirt, daß Redien wieder Redien durch innere Knospung bilden können, und andererseits gibt es Sporocysten, welche normal und regelmäßig Sprossen treiben, sodaß statt eines einfachen Schlauchs ein vielfach verzweigtes Netz oder Filz von Schläuchen erzeugt wird, die alle wieder Knospen treiben und im Innern Cercarien erzeugen. Sodann sind in dem Lebenscyklus der Doppellöcher mehrere Wanderungen vorgesehen: 1) Auswanderung der Eier und active Einwanderung der Larven in ein neues Wohnthier, wo sich die Ammen bilden; 2) active Auswanderung der Cercarien und active Einwanderung derselben in ein neues Wohnthier; 3) passive Auswanderung und Einwanderung der eingepuppten Cercarien in ein neues Wohnthier durch Gefressenwerden des bisherigen Wirthes. Man hat von vielen Arten besonders den letzten Theil des Lebenscyklus auf das genaueste constatirt, zugleich aber auch gefunden, daß viele Abweichungen vorkommen müssen, indem z. B. viele Cercarien nicht schwimmen, also auch keine activen Wanderungen unternehmen können, andere sich an Wasserpflanzen einkapseln u. s. w. Ebenso können einzelne Zwischenstadien übersprungen werden, wie z. B. die Bildung von Ammen, die Einpuppung, aber im ganzen ist das gegebene Bild das vorwiegende.

Ordnung der Bandwürmer (Cestoda).

Mund- und darmlose, schmarotzende Plattwürmer, mit Haftorganen am Vorderende des gestreckten Leibes, der sich bis zur Bildung zweigestaltiger Individuen theilt. Stets Zwitter.

In der ganzen Ordnung läßt sich mit besonderer Leichtigkeit die Bildung von Individuen aus Segmenten (Zoniten oder Metameren) nachweisen. Es gibt Bandwürmer (Caryophyllaeus), die nur ein Individuum ohne Spur von Segmentation darstellen, andere (Ligula), welche nur schwache Querwurzeln als Andeutung einer Segmentation zeigen, noch andere, bei welchen einzelne Glieder mit besonderer Structur vorhanden sind (Bothriocephalus), die sich aber nicht in Gruppen ablösen, wieder andere, wo diese Glieder nach der Geschlechtsreife sich loslösen und als Geschlechtsthiere fortleben, während der sogenannte Kopf im Darme zurückbleibt (Taenia), und endlich gibt es Bandwürmer, wo diese Geschlechtsthiere sich loslösen, ehe sie reif sind, und erst bei selbständigem Leben ihre Reife gewinnen (Echeneibothrium).

Wir gehen von den häufigsten Formen aus, wo der Bandwurm eine Colonie, einen Thierstock bildet, bestehend aus zwei Arten von Individuen:

1) Ein einziges Individuum, der sogenannte Kopf, den wir den Scolex nennen, geschlechtslos, mit Vor-

apparaten, das aus seinem hintern Ende die Geschlechtsindividuen sprossen läßt.

2) Zahlreiche Geschlechtsindividuen, die wir Proglottiden nennen, mehr oder minder zu selbständigem Leben individualisirt, ohne Haftapparate, nur mit Geschlechtsorganen.

Gemeinschaftlich sind nur zwei Dinge: die Haut, weich, zart, ohne Wimperhaare, mit zahlreichen, aber wenig entwickelten, gekreuzten Muskelfasern, vielfachen Kalkkörperchen, die überall darin zerstreut liegen, äußerst empfindlich gegen äußere Agentien, höchst endosmotisch, da bei dem absoluten Mangel von Verdauungssystem irgendwelcher Art die Thiere sich nur durch Austausch mit den sie umgebenden Flüssigkeiten ernähren, und die den Schleifenkanälen homologen Gefäße, vier oder meist zwei seitlich verlaufende Röhren, welche durch zahlreiche Queräste miteinander in Verbindung stehen, im Innern flimmern, in ihren letzten Verzweigungen die Kalkkörperchen der Haut herbergen und am letzten Gliede nach außen münden.

Der Scolex trägt die Haftapparate, meistens Saugnäpfe (gewöhnlich vier, Taf. 30, Fig. 15), oft zu sonderbaren Blättern, Anhängen u. s. w. entwickelt. In den gewöhnlichen Fällen sind die Saugnäpfe rund, stark vertieft, muskulös. Meist steht zwischen ihnen ein kurzer, konischer Fortsatz, Rostellum genannt, mit einem einfachen oder doppelten Kranze von Haken sehr charakteristischer Form (Fig. 8, 9, 13, 22). In andern Fällen finden sich statt der Saugnäpfe nur zwei oder vier Sauggruben (Fig. 17 a) oder lange, mit Hakenreihen besetzte Rüssel, die in eigene Scheiden zurückgezogen werden können. Im Scolex finden sich meist Schleifenkanäle, sonst nur ein weiches Bindegewebe. Ob ein Nervensystem existirt, ist höchst zweifelhaft.

Am Hinterende beginnt die Gliederung. Die Proglottiden sind um so reifer, je weiter sie vom Scolex entfernt sind, aus dem sie durch Sprossung entstehen (Taf. 30, Fig. 10, der Sägebandwurm (Taenia serrata) im Hundedarm. Der Scolex isolirt, stark vergrößert Fig. 22 a, während b und c Stadien desselben Bandwurms mit der allmählichen Sprossung der Proglottiden darstellen). Diese enthalten im Zustande der Reife die vollständig ausgebildeten, hermaphroditischen Geschlechtsorgane. Die männlichen bestehen aus zahlreichen, im Gewebe zerstreuten Hodenbläschen, die an feinen Gängen, wie Traubenbeeren, hängen. Die Gänge vereinigen sich in einen Samenleiter, der gegen die Geschlechtsöffnung sich hinbegibt und in einen ausstülpbaren Fortsatz, den Cirrhus, endet, welcher das Begattungsorgan ist und meist in einem Beutel versteckt ist. Die weiblichen Organe bestehen aus einem einfachen oder doppelten Eierstocke und aus Dotterstöcken, die mit ihren ausführenden Kanälen zusammenmünden. An dieser Stelle bildet sich das Ei, welches nun in den sogenannten Uterus übertritt, der entweder ein stark gewundener Schlauch ist (Bothriocephalus), oder vielfältig verästelte, von einem Mittelgange ausgehende Blindschläuche besitzt (Taenia). Von diesem Uterus geht eine Scheide, die aber zu eng ist, um die Eier passiren zu lassen, in den Cirrhusbeutel, in dem sie sich öffnet. Die Proglottiden begatten sich entweder selbst oder wechselseitig, und die Eier werden erst durch die Zerstörung der Proglottiden frei (Fig. 14 und 16 reife Proglottiden von Taenia a der Cirrhus; Fig. 18 mehrere von Bothriocephalus).

Die geschlechtsreifen Bandwürmer leben nur im Darme, die Proglottiden oder Bänder von Proglottiden, welche sich loslösen, gehen also mit den Excrementen nach außen. Sie kriechen besonders auf feuchten Gegenständen herum und können so schon in den Darm von Thieren gelangen, die sich von faulenden Stoffen nähren. Außerdem sind die hartschaligen Eier außerordentlich hartlebig und bleiben, nach dem Tode und der Zersetzung der Proglottiden, selbst in Jauche u. s. w. vollkommen lebensfähig. Meist entwickelt sich schon der Embryo im Ei der Proglottide, in andern Fällen erst lange nachher. So sieht man in dem abgebildeten Ei (Fig. 11) drei Hüllen, a, b, c, und im Innern erst den Embryo d. Dieser besteht aus einem Klümpchen körniger Dottersubstanz, ist aber immer mit drei Paar Haken bewaffnet (Fig. 7a ein Embryo, sehr stark vergrößert; b, c, d je ein Haken aus jedem Paare bei noch stärkerer Vergrößerung). Sobald das Ei in den Darm des ersten Wirthes gekommen ist, wird der Embryo frei, in einzelnen Fällen, wie bei Bothriocephalus, schlüpft er aber im Wasser aus und schwimmt in diesem mit langen Flimmerhaaren umher. Der freie Embryo arbeitet sich nun durch die Darmwände seines Wirthes mittels seiner Haken, die er zum Stemmen und Bohren braucht, durch und folgt in den Geweben den lockern Stellen oder dringt auch in die Blutgefäße ein, um mit dem Blute im Körper zu kreisen. Am passenden Orte angekommen, puppt sich der Embryo ein und wird ein Blasenwurm (Cysticercus); durch den Reiz, den er ausübt, wird eine kleine Entzündung erregt und eine Hülle von den Theilen ausgeschwitzt; der Embryo selbst höhlt sich im Innern aus und wirft die Haken ab, die meist im untern Theile sitzen bleiben und noch erkennbar sind. Auf dem Grunde der Höhle wächst nun ein Zapfen hervor, anfangs unförmlich, hohl im Innern, der sich bald flaschenförmig gestaltet und mehr und mehr die Form des Scolex mit seinen vier Saugnäpfen, dem Hakenrüssel und den Gefäßen ausarbeitet, aber in der Art, daß der Zapfen wie ein Handschuhfinger nach innen eingestülpt erscheint. So ist nun eine Blase mit einem nach innen in dieselbe zurückgestülpten Scolex vorhanden: der Blasenwurm (Cysticercus) oder die Finne. Taf. 30, Fig. 6 zeigt eine solche Blase b mit dem eingestülpten Scolex, der sich in Gestalt einer kreisförmigen Vertiefung a gewahren läßt; Fig. 5 zeigt den Scolex ausgestülpt; a die mit Wasser gefüllte Blase, c der geringelte Hals, d das Kopfende des Scolex. Fig. 12 zeigt, stärker vergrößert, einen andern ausgestülpten Blasenwurm; a der Hakenrüssel, b die Saugnäpfe, c die Stelle, wo sich später der Scolex vom Halse d und der Blase e trennen wird. Fig. 8 zeigt einen Blasenwurm aus der Lungenhöhle der Wegschnecken (Limax), der das Eigenthümliche hat, daß die nicht mit Wasser gefüllte Blase sich um den Scolex wie ein Doppelsack herumlegt. a Außenschicht, b Innenschicht des Sacks, c Saugnäpfe, lang und schmal, d Rüsselscheide, e Hals des Scolex, f die abgeworfenen sechs Haken des Embryo, die an dem Sacke festsitzen, g der Rüssel mit seinen Hakenkränzen. Fig. 9 zeigt denselben Wurm aus seinem Sacke, der nun ein cylindrischer Anhang wird, hervorgestülpt; dieselben Buchstaben haben dieselbe Bedeutung.

Die so gebildeten Finnen können jahrelang an den Orten leben bleiben, wo sie sich angesiedelt haben. Sie wachsen oft zu bedeutender Größe heran; bei einigen Arten findet eine Vermehrung durch Knospung statt, auf die wir bei denselben zurückkommen werden; die meisten bleiben einsam. Sie finden sich, je nach Art, fast in allen Organen, im Zellgewebe, in den Muskeln, im Gehirn, den Augen u. s. w. Nach Jahren sterben sie ab; das Wasser der Blase wird dann getrübt, gesaugt und die ganze Finne verfettet und

Wird aber das Wohnthier von einem andern gefressen, so wird die Blase im Magen verdaut, der Scolex löst sich ab, schließt sich hinten, setzt sich im Darme fest und läßt nun Proglottiden sprossen, welche geschlechtsreif werden und sich loslösen.

Dies ist der gewöhnliche Lebenscyklus der Bandwürmer. Die Modificationen können wir bei den einzelnen Arten studiren, welche im Menschen und den Hausthieren vorkommen. Bei den Fischen namentlich kommen mehrere Familien vor, welche theils wieder in Raubfischen, theils in Vögeln und Säugethieren ihre Entwickelung erreichen, die gänzlich ungegliederten Nelkenwürmer (Caryophyllida), die nur gerunzelten Riemenwürmer (Ligulida), die Vierrüßler (Tetraphyllida) mit vier großen, stelbständig bewegten Saugnäpfen, oft gestielt, oder mit ebenso viel Hakenrüsseln. Beim Menschen sind zwei Familien vertreten: die eigentlichen Bandwürmer (Taenida), mit selbständig werdenden Proglottiden, vier runden, sitzenden Saugnäpfen, kurzem Hakenrüssel. Zu diesen gehört der gewöhnliche Kürbisbandwurm, Taenia solium (Scolex, Taf. 30, Fig. 13; a der doppelte Hakenkranz, b die Saugnäpfe; Fig. 14; reife Proglottide mit der Uterusverzweigung in der Mitte; a der ausgestülpte Cirrhus). Er wird 2—3 Meter lang, mit 7—800 Gliedern, der Cirrhus meist abwechselnd am Rande, die ausgebildeten Proglottiden kürbiskernartig lang, der Uterus mit Mittelraum und etwa einem Dutzend Baumröhren jederseits. Er stammt von der Finne des Schweins (Cysticercus cellulosae) und kommt überall vor, wo man rohes Schweinefleisch ißt, besonders häufig bei Metzgern, Köchen u. s. w. Zuweilen hat man auch Finnen beim Menschen gefunden. Seltener und weit hartnäckiger ist der schwarze Bandwurm (Taenia mediocanellata Fig. 15 und 16), der bis 4 Meter lang wird, weit größere, fettere Glieder hat, die breiter sind und häufigere Nebenäste des Uterus zeigen. Die Saugnäpfe sind größer, zwischen ihnen schwarzer Farbestoff abgelagert, der Hakenrüssel, welchen der Blasenbandwurm besitzt, geht später verloren. Die dazu gehörige Finne (Cysticercus mediocanellatae) im Zellgewebe der Muskeln des Rinds. Der Wurm kommt im Darme derjenigen Bevölkerungen vor, die rohes Rindfleisch essen, besonders häufig in Abessinien.

Im Zustande als Blasenwurm ist für den Menschen besonders gefährlich der Hülsenwurm (Echinococcus), bei welchem eine eigenthümliche Knospung eintritt. Die zuerst gebildete Blase treibt Knospen, die sich als Blasen abschnüren und in denen Kopfzapfen entstehen. Die Tochterblasen schnüren sich ab und erzeugen neue Knospen, sodaß die Geschwulst, mit vielen Generationen, die ineinandergeschachtelt sind, eine ungeheuere Größe erreichen kann. Zuletzt, aber erst nach langen Jahren, veröden die Blasen, die am häufigsten in der Leber und Lunge, aber auch sonst in allen andern Organen sich finden. Besonders in Island ist die Echinococcuskrankheit eine Landplage, an der wenigstens zwei Procent der Isländer sterben. Die Blasen finden sich auch in Wiederkäuern. Der Bandwurm (Taenia echinococcus), der nur 4 Millimeter lang wird, lebt im Darm des Hundes oft in großen Mengen. Der Mensch bekommt den Blasenwurm durch den Hundekoth.

Eine andere Knospungsart kommt bei dem Drehwurm oder der Quese (Coenurus cerebralis) vor. Der Blasenwurm setzt sich in dem Hirn der Schafe, seltener der Rinder fest. Die Blase treibt Knospen, welche nichts anderes als Köpfe sind (Taf. 30, Fig. 19 Stück einer Blase mit eingestülpten Köpfen; Fig. 20 mit ausgestülpten Köpfen; Fig. 21 ein Scolex, losgerissen und stark vergrößert; a Hakenrüssel, b Saugnäpfe). Die durchsichtige, mit Serum gefüllte Blase wächst im Gehirn, bewegt sich selbst als Ganzes umher und treibt stets neue Scolexknospen, sodaß sie wie ein mit dicken Stecknadelköpfen besetztes Kissen aussieht. Sie herangewachsen, drückt sie das Gehirn zusammen und erzeugt die bekannte Drehkrankheit, bis das Thier erliegt. Der ausgebildete Bandwurm (Taenia coenurus), der eine Länge von 1 Fuß erreicht, lebt im Darme der Wölfe und Hunde. Drehkranke Thiere fallen natürlich am leichtesten dem Raubthiere zum Opfer.

Die Familie der Grubenköpfe (Bothriocephalida) die keinen Hakenrüssel und nur zwei seitliche Gruben, keine Saugnäpfe, am Kopfe hat, ist beim Menschen durch den Schweizerbandwurm (Bothriocephalus latus) vertreten, der in Rußland, Polen, Schweden, Holland und besonders häufig in der Schweiz vorkommt. Er wird bis 8 Meter lang, erhält bis zu 10000 Gliedern und ist zuweilen mehrfach vorhanden. Er unterscheidet sich leicht von den andern Bandwürmern durch die breiten, kurzen Glieder (Fig. 18), in deren Mitte sich die Geschlechtsöffnung mit dem Cirrhus befindet, umgeben von einer Rosette angefüllter Schlingen des Uterus, und durch den abgeplatteten, zungenförmigen Kopf mit seitlichen sehr flachen Gruben (Fig. 17). Es gehen nie einzelne Proglottiden, sondern stets nur mehr oder minder lange, zusammenhängende Stücke ab. Er läßt sich am leichtesten abtreiben, besonders durch Farrnkraut, während der schwarze Bandwurm eher dem Kusso weicht. Aus den runden Eiern kommen Embryonen, welche mittels einer Umkleidung von langen Flimmerhaaren lebhaft im Wasser schwimmen. Ob die Grubenköpfe unmittelbar mit dem Wasser in den Darm des Menschen gelangen und sich dort mit Ueberspringung des Blasenstadiums direct in den Bandwurm verwandeln, oder ob sie erst, wie die übrigen Bandwürmer, in einem Wasserthiere als Blasenwürmer leben, ist unbekannt. Man weiß deshalb nicht, wie sich vor der Einwanderung der Grubenköpfe schützen, während dies hinsichtlich der Bandwürmer sehr leicht ist. Man esse kein Fleisch, weder Schweine- noch Rindfleisch, welches nicht durch und durch der Siedhitze ausgesetzt wurde, welche die Finnen unzweifelhaft tödtet.

Wir setzen zum Schluß eine Liste der bekanntesten Band- und Blasenwürmer nebst den Thieren her, in welchen sie leben.

Blasenwurm.	Bandwurm.
Coenurus cerebralis, Quese; Schaf, Rind.	Taenia coenurus; Wolf, Hund.
Echinococcus veterinorum, Hülsenwurm; Mensch.	Taenia echinococcus; Hund.
Cysticercus cellulosae, Finne; Schwein.	Taenia solium; Mensch.
» mediocanellatae; Rind.	» mediocanellata; Mensch.
» pisiformis; Hase (Leber).	» serrata; Hund.
» fasciolaris; Maus.	» crassicollis; Katze.
» tenuicollis; Wiederkäuer.	» marginata; Hund, Wolf.
» longicollis; Feldmaus.	» crassiceps; Fuchs.

würmer, mit alleiniger Ausnahme einiger
n, sind Hermaphroditen und pflanzen
ıospung und geschlechtliche Zeugung fort.
:n Geschlechtstheile nehmen meistens den
l des Leibes ein und haben merkwürdiger-
bere Bildungsstätten für die einzelnen
Eies. Das Keimbläschen bildet sich in
im Leibe gelegenen eiförmigen Behälter,
ocke, dessen kurzer Ausführungsgang in
:ung des schlauchförmigen Uterus mündet;
den ebenfalls die Ausführungsgänge viel-
:r traubenförmiger Blindsäcke, der Dotter-
velchen die Dottersubstanz gebildet wird.
n und Keimbläschen treten in dem schlauch-
gane, dem sogenannten Uterus, erst zur
eigentlichen Eies zusammen. Der meist
gewundene Uterusschlauch mündet ge-
dem Vorderrande des Körpers hinter dem
neben dem männlichen Begattungsorgane
ıchseite nach außen. Jeder Saugwurm
rdem zwei Hoden, die meistens hinter-
zen und von welchen zwei Samenleiter
eine in ein inneres Samenbläschen, wel-
Grund des Uterusschlauchs mündet, die
n in ein äußeres Samenbläschen, welches
langen Gang in das Begattungsglied
Es ist auf diese Weise sowol Begattung
ɔiduen möglich, als auch die Selbstbe-
r in einem Individuum erzeugten Eier
ıewahrt. Die Eier der Saugwürmer haben
ɔrnige Schale, die zuweilen mit einem
ringt; sie sind meist eiförmig, bräunlich,
i einigen Gattungen so unverhältnißmäßig
ıan sie für besondere Organe ansah.
Art des Lebens und der Fortpflanzung
man zwei Unterordnungen.

nung der Viellöcher (Polystomida oder Monogenea).

hmarotzer auf Wasserthieren mit
zwei Saugnäpfen oder Saugschei-
großen, seltsam gestalteten Eiern,
ıe Generationswechsel fortpflanzen.

ıtsächlichsten Haftapparate stehen an dem
le des Thiers und sind meist sehr com-
t, mit harten Chitinleisten, Haken u. s. w.
Bald sind es Saugnäpfe, die festsitzen
sein können, zuweilen in Menge auf be-
rperanhängen stehen, bald Haftscheiben
nd Stacheln, zu denen sich noch Saug-
dern Theilen des Körpers, Haken u. s. w.
ıen. Nur bei einigen wenigen hat man
penzeugung in einem besondern Organe
yrodactylus), bei den meisten geht die
g durch große, hartschalige Eier von selt-
vor sich (dreieckig, ankerartig u. s. w.),
t immer dadurch ausgezeichnet sind, daß
ale in einen langen, biegsamen Faden
r um die Kiemen der Fische z. B. ge-
rd und so das Ei festhält. Solche Eier
in sehr geringer Zahl gelegt. Das aus
lüpfende Junge sieht zwar den Aeltern
ch, unterscheidet sich aber immerhin durch
nsionen, Mangel der Geschlechtsorgane
e Thiere leben vorzugsweise an den Kie-
e, seltener der Meerkrebse, einige wenige
cht von außen zugänglichen Höhlen, wie
r häufige einheimische Art (Polystomum
) in der Harnblase der Frösche im ge-

schlechtsreifen Zustande, dagegen in der Jugend auf den Kiemen der Kaulquappen, von wo die Würmchen beim Verschwinden der Kiemen auswandern. Wir bilden zwei Arten ab; die eine, durch einen großen hintern, mit einem Chitinrade gestützten und zwei kleine vordere Saugnäpfe ausgezeichnet, lebt auf Seefischen (Dreiloch, Tristomacoccinea, Taf. 30, Fig. 1), die andere, ein wahres Doppelthier, auf den Kiemen unserer Weißfische (Doppelwurm, Diplozoon paradoxum, Taf. 29, Fig. 42). Die Lebensgeschichte dieses Doppelwurms ist höchst seltsam. Als ungeschlechtiger einfacher Wurm kriecht er aus dem Ei, läßt aber durch die eigenthümlichen hintern, quergestützten Haftscheiben und die vordern kleinen Saugnäpfe die Zusammengehörigkeit mit dem Doppelwurm erkennen. Jede Diporpa (so wurde das Junge genannt) hat in der Mitte des Bauchs noch einen fleischigen Saugnapf und auf der Rückenseite einen Zapfen. Zwei Diporpen legen sich so zusammen, daß die erste mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der zweiten erfaßt. Dann drehen sich beide so zurück, daß auch die zweite mit ihrem Saugnapfe den Zapfen der ersten fassen kann. Sobald dies geschehen, verwachsen die beiden Individuen völlig und werden nun erst geschlechtsreif.

Unterordnung der Doppellöcher (Distomida oder Digenea).

Innenschmarotzer mit höchstens zwei Saugnäpfen, vielen kleinen Eiern und Generationswechsel.

Der vordere Saugnapf, der stets vorhanden, meist aber der kleinere ist, umfaßt den Mund, der hintere, der nur selten fehlt (Monostomum), findet sich in der Mitte des Leibes oder mehr nach vorn, selten am hintern Ende (Amphistomum), und dann sehr groß, sodaß dadurch der Uebergang zu der vorigen Unterordnung gebildet wird. Chitinleisten und Haken sind niemals in den Saugnäpfen entwickelt. Die geschlechtsreifen Thiere enthalten oft ungeheuere Massen von Eiern, die sich zuweilen noch im Innern des Eileiters ausbilden, sodaß die Thiere lebendige Junge gebären. Die meisten Doppellöcher bewohnen innere, von außen zugängliche Höhlen, von welchen aus Eier und Junge leicht in das Freie gelangen können (Darm, Harnblase, Lunge u. s. w.), einige Arten freilich finden sich in geschlossenen Systemen, aus welchen die Jungen nur durch Durchbohrung der Wände aus- und einwandern können. So leben von den im Menschen einheimischen Thieren, zu welchen auch der in den Schafen so häufige, hier abgebildete Leberegel (Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 2) gehört, der bei den Schafen die Leberfäule erzeugt, einige in den Gallengängen (außer dem Leberegel noch Distoma lanceolatum und crassum), eine andere Art (D. heterophyes), wesentlich in Nordafrika einheimisch, im Dünndarm, aber eine höchst merkwürdige Art, wo das größere Männchen das Weibchen in einem Halbkanale eingeschlossen mit sich herumträgt (D. haematobium), in dem Blute der Gefäße, besonders in der Pfort- oder der ägyptischen Fellah. Wie sie dort hinein- und wie die Eier oder Jungen aus der Pfortader herauskommen, ist noch nicht erforscht.

Im allgemeinen ist die Lebensentwickelung der Doppellöcher diese. Aus dem kleinen hartschaligen, meist mit einem Deckel aufspringenden Ei entsteht eine Larve, die in den meisten Fällen, wie bei dem Leberegel, einen vollständigen (Larve des Leberegels, Distoma hepaticum, Taf. 30, Fig. 3) oder auch einen

pers bewirken können. Bei den übrigen sieht man diese Muskeln nur an den speciellen Bewegungsorganen entwickelt, und hier auch oft in ausgezeichneter Weise. Die Saugfüßchen (Ambulacra), welche mit Ausnahme einer einzigen Familie allen Stachelhäutern zukommen, sind die wesentlichsten Bewegungs- und Haftorgane derselben. Es sind hohle, wurmförmige Organe, welche durch Oeffnungen des Skelets oder der Haut hervorgestreckt werden können und eine außerordentliche Ausdehnbarkeit besitzen. Bei einigen Familien sind die Saugfüßchen nur sehr klein und kurz, pfriemenförmig, ohne endständigen Saugnapf, zuweilen selbst verästelt und scheinen hauptsächlich nur als Tastorgane benutzt werden zu können. Sie stehen dann auch nur auf der Bauchseite des Körpers und können nicht durch eigene Oeffnungen in das Innere zurückgezogen werden. Bei den Seesternen, den Seeigeln und den eigentlichen Meerwalzen dagegen bilden diese Saugfüßchen lange derbhäutige Cylinder, die an ihrer Spitze mit einem förmlichen Saugnapfe versehen sind, welcher noch obenein durch einen porösen Kalkring in seiner Form gestützt wird. Diese Saugfüße treten durch eigene Löchlein hervor, welche entweder in der Haut oder in den Täfelchen und zwischen den Ringen der Schale oder, wie bei den Seesternen und Seelilien, in eigenen vom Munde auslaufenden Rinnen angebracht sind, und werden von den Thieren als Tast- und Bewegungsorgane benutzt. Sie sind in ungemein großer Anzahl vorhanden, und es gewährt ein eigenthümliches Schauspiel, bei einem lebenden Seeigel die Bewegung dieser Füßchen zu sehen. Nach allen Seiten tasten sie herum, indem sie sich so sehr verlängern, daß sie nur wie ein dünnes Haar erscheinen. Eine Saugscheibe nach der andern setzt sich an, saugt sich fest, und indem nun eine Menge dieser Füßchen sich verkürzen, ziehen sie den Körper wie an eben so vielen Zugseilen weiter. Seeigel und Seesterne klettern auf diese Weise mit größter Leichtigkeit an den glattesten Glaswänden umher und heften sich so fest, daß man eher die Saugfüßchen zerreißt, als sie durch Gewalt ablöst.

Das Nervensystem besteht aus einem fünfhakigen Ringe, der nahe dem Munde den Anfang des Verdauungskanals umgibt und in Nerven ausstrahlt, welche längs den Ambulacralzonen oder -Rinnen verlaufen. Eigentliche Ganglien hat man noch nicht nachgewiesen, andererseits aber dargethan, daß die Nerven in eigenthümlicher Verbindung mit dem Gefäßsystem stehen müssen, da sie hohl sind und Flüssigkeiten führen. Sinnesorgane sind nur höchst sparsam entwickelt. Wirkliche zusammengesetzte Augen mit dicker rother Pigmentlage hat man nur an der Spitze der Arme der Seesterne nachgewiesen; bei den Seeigeln ruhen in Vertiefungen bestimmter Täfelchen am aboralen Pole, die man deshalb auch Augentafeln genannt hat, kleine Pigmentflecke. Bei Seewalzen hat man ebensolche Flecke an den Fühlern nachgewiesen. Als Tastorgane finden sich hohle konische Fühler unter den Augen der Seesterne, und strahlig gestellte, oft verzweigte Tentakeln um den Mund der Seewalzen.

Die Verdauungsorgane der Stachelhäuter bieten ziemlich mannichfaltige Gestalten dar. Fast bei allen befindet sich der Mund in der Achse des Körpers, bei den wurmförmigen am vordern Ende, bei den übrigen in der Mitte oder vorn an der Bauchfläche als rundliche oder fünfeckige Oeffnung. Nur bei einigen Seeigeln erscheint der Mund aus dieser centralen Stellung gewichen und mehr nach vorn hingerückt; aber dann stets in solcher Weise, daß diese Abweichung in der Fortsetzung des unpaaren Strahls liegt und dadurch die Mittellinie angedeutet wird, welche den Körper in zwei Hälften trennt. Bei den wurmförmigen Stachelhäutern ist der Mund von einem Fühlerkranze umgeben, welcher meist verästelt erscheint und in die lederartige Hülle des Körpers zurückgezogen werden kann. Es sind diese Fühlerkränze im Gegensatze zu der Körperhaut äußerst weich und zart und ein ausgezeichnetes Tastorgan, wie man sich leicht bei Beobachtung lebender Thiere überzeugen kann. Bei den übrigen befindet sich der Mund in der Mitte einer mehr oder minder bedeutenden beweglichen Hautausbreitung, die meistens nur mit den schon erwähnten Pedicellarien besetzt ist. Bei den Seesternen sind in dieser Haut vorspringende mit harten Kalkstücken besetzte Warzen angebracht, welche die Function von Zähnen ausüben. Ein sehr complicirter Kauapparat zeigt sich bei zwei Unterfamilien der Seeigel, nämlich bei den eigentlichen Seeigeln und bei den Scheibenigeln. Bei letztern besteht der Kauapparat aus dreieckigen Kalkstücken, von welchen je zwei zu einem V-förmigen Stücke zusammengefügt, dessen Spitze gegen den Mittelpunkt des Mundes gerichtet ist. An dieser vordern Spitze sind harte Schmelzstücke eingesenkt, welche wirkliche schneidende Zähne darstellen. Im ruhenden Zustande stellen sich die Zähne so zusammen, daß sie eine fünfeckige Rosette bilden, welche den Mund gänzlich schließt. Weit ausgebildeter ist der Kauapparat der eigentlichen Seeigel. Ein festes Kalkgerüste, aus 15 Stücken zusammengesetzt, umgibt hier den Schlund, der von dem Munde gerade nach oben in die Höhe steigt. Diese Kalkstücke sind unter einander beweglich und besitzen einen sehr ausgebildeten Muskelapparat, der ihre Bewegungen vermittelt.

Der Darmkanal selbst, welcher von dem Munde ausgeht, ist je nach der Körpergestalt äußerst verschieden gebildet. Bei den Seelilien und Haarsternen windet sich der von dem centralen Munde ausgehende Darm um eine schwammige, in der senkrechten Achse des Körpers gelegene Mittelspindel und öffnet sich der unpaaren Strahle gegenüber auf derselben Seite wo der Mund, sodaß demnach Mund und After sich auf einer Fläche befinden. Bei den eigentlichen Seesternen führt die Mundöffnung unmittelbar in einen weiten Magensack, der seitliche Ausbuchtungen und Blindsäcke besitzt. Bei den wahren Seesternen erstrecken sich die Seitenäste, die oft noch auf beiden Seiten traubenförmige Anhänge haben, in die Strahlen des Sternes hinein. Bei den Schlangensternen bilden sie nur weite oder minder verästelte seitliche Säcke, die in der Körperscheibe selbst liegen und nicht in die Strahlen mehr eingehen. Den Schlangensternen sowol wie vielen Seesternen fehlt der After, sodaß die unverdauten Nahrungsmittel durch den Mund ausgeworfen werden müssen. Bei den meisten Seesternen ist aber der After vorhanden, und dann stets auf der Rückenfläche dem Munde gegenüber angebracht. Bei den Seeigeln findet sich ein langer gewundener Darmkanal, welcher, von dem Munde ausgehend, in fast stets gleicher Weise sich durch den Körper windet und entweder auf der Spitze der Rückenfläche oder in der Mittellinie dem unpaaren mittlern Strahle gegenüber endet. Man findet bei den verschiedenen Seeigeln jede abweichende Stellung in dieser Richtung, sodaß der After sich bald am Rande, bald seitlich auf der Oberfläche, bald auf der Unterfläche, aber stets dem mittlern Strahle gegenüber findet. Bei den wurmförmigen Stachelhäutern liegt der Mund an dem einen, der After an dem entgegengesetzten Ende; meist indeß ist der gleichweite Darm mehrfach in dem Körper, und zwar in zwei S-förmige Schlingen gebogen.

Bei den meisten findet sich im Gefäßsystem ein herzartiges Centralorgan, welches in dem sogenannten

Steinkanale liegt und verschiedene Gefäßringe miteinander verbindet, die in ähnlicher Weise wie das Nervensystem den Darm umgeben und Zweige den Ambulacralzonen nach aussenden. Einer dieser Gefäßringe liegt in dem Nervensysteme selbst. Mit dem eigentlichen Gefäßsystem aber, das ein opalisirendes Blut enthält, steht noch ein complicirtes Wassergefäßsystem in Verbindung, welches nach außen meist durch eine von vielen Fächern durchzogene, deshalb schwammig aussehende Kalkplatte (Madreporenplatte) communicirt. Von der Madreporenplatte setzt sich nach innen ein mehr oder minder schwammig verkalkter Kanal fort, der Steinkanal, welcher die verschiedenen Wassergefäßringe miteinander verbindet und sie speist. Nur bei den Seewalzen werden die Wassergefäße aus der Leibeshöhle gespeist. Die peripherischen Wassergefäße entspringen meist von einem Gefäßringe um den Mund und senden Hauptstämme in die Strahlen, welche auf der Bauchseite verlaufen. Mit jedem Füßchen und mit jedem Mundfühler steht ein besonderes Bläschen in Verbindung, welches durch ein Aestchen des Wassergefäßes gespeist wird. Die Bläschen dienen hauptsächlich zur Entfaltung der Fühler selbst, indem bei der Zusammenziehung der Bläschen das Wasser von dem Bläschen aus in die Fühler hineingepreßt und dieser vorgestreckt wird, während bei der Ausdehnung der Bläschen das Wasser aus den Fühlern zurückströmt. Bei vielen finden sich noch größere, sogenannte Polische Blasen als Sammler für die rückströmende Flüssigkeit. Abgesonderte Athemorgane kommen nur bei den eigentlichen Seewalzen und bei den Seeigeln vor. Bei den letztern finden sich auf der äußern Bauchfläche in dem Umkreise des Mundes baumartig verzweigte hohle Läppchen, welche frei in das Wasser hineinragen und deren innere Höhle mit der Leibeshöhle in directer Verbindung steht, sodaß das Gewebe dieser Kiemen innen und außen vom Wasser umspült ist. Bei den Seewalzen sind die sogenannten Kiemen oder Lungen im Innern des Körpers angebracht und bestehen aus einem zweiästigen hohlen Baume, der in eine Erweiterung des Darms, unmittelbar vor dem After, in eine Kloake mündet. Der eine Ast dieser baumartigen Kieme liegt an dem Darme, der andere, die Hautlunge, an der äußern Leibeswandung an. Die Aeste und Zweige dieser Kiemen, welche innen mit dem lebhaftesten Flimmerüberzuge versehen sind, befinden sich in steter wurmförmiger Bewegung, die selbst tagelang nach der Zerstückelung des Thiers noch anhält. Das Wasser, welches die Kiemen anfüllt, wird durch den After eingesogen und wieder ausgespritzt, oft mit solcher Gewalt, daß ein großer Theil der Eingeweide mit hervorgepreßt wird. Wahrscheinlich entsprechen diese Organe eher den Schleifenkanälen der Würmer.

Mit Ausnahme einiger Haftwalzen sind bei allen Stachelhäutern die Geschlechter getrennt. Es gibt männliche und weibliche Individuen, die indeß äußerlich keine kenntlichen Merkmale darbieten; auch in ihrer Structur gleichen sich die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane durchaus und lassen sich nur in der Brunst durch ihren Inhalt unterscheiden. Sie bilden traubige oder lappige Schläuche, welche meistens durch eigene kurze Ausführungsgänge sich nach außen öffnen, sonst aber an sehr verschiedenen Orten angebracht sind. Aus den meisten Eiern gehen frei schwimmende Larven hervor, doch gibt es auch Arten, wo die Jungen in eigenen Brutbehältern aufgezogen werden oder durch Zusammenziehung der Mutter beschützt werden, sodaß dann keine freie Bewegung stattfindet.

Die Entwickelungsweise ist äußerst mannichfaltig und die Larvenformen oft höchst seltsam. Wir können die Formen nur bei den einzelnen Ordnungen andeuten. Die Stachelhäuter leben in allen Meeren oft in großen Mengen zusammen, stets auf dem Boden und an den Küsten umherkriechend.

Von vielen Seeigeln werden zur Fortpflanzungszeit die strotzend angefüllten Eierstöcke gegessen. Mehrern Arten von Seewalzen des Indischen Meeres sind unter dem Namen Trepang ein gesuchter Lekerbissen der Chinesen und dadurch ein bedeutender Handelsartikel. Sonst braucht man sie nur, besonders die Seesterne, als Dung auf Feldern, die Kalksalze bedürfen.

Ordnung der Seewalzen (Holothurida).

Meist walzenförmiger Körper mit Mund und After an beiden Enden. Haut mit zerstreuten Kalkkörpern. Mund von einem Tentakelkranz umgeben.

Der strahlige Bau ist nur durch den Tentakelkranz und die Vertheilung der Wassergefäße im Innern angedeutet. Meist unterscheidet man deutlich eine Bauch- und Rückenfläche, und bei einigen Gattungen geht dies so weit, daß der Körper eine förmliche Bauchsohle hat, welche mit den Füßchen besetzt ist, während auf der mit Kalkschuppen eingeschindelten Rückenfläche Mund und After von stacheligen Schuppen umgeben sich zeigen (Cuvieria squamata, Taf. 31, Fig. 35). Ein aus 10—15 Kalkplatten zusammengesetzter Ring umgibt den Schlund. An ihn heften sich die Längsmuskeln des Körpers; er stützt zugleich das Wassergefäßsystem. Die Tentakeln sind einfach, getheilt, schildförmig und in Form von Scheiben mit Einkerbungen, oder baum- und blumenkohlförmig.

Bei den meisten Seewalzen entsteht aus dem Ei eine seltsame, einem Wappenschilde mit Einkerbungen nicht unähnliche Larvenform, die mit dem Namen Auricularia bezeichnet worden ist und die sogar durch eine eigene Puppenform, wobei indessen das Thier noch schwimmt, in der Weise in die definitive Seewalze übergeht, daß kein Theil des Larvenkörpers abgeworfen wird. Die Entwickelung ist besonders bei den Haftwalzen (Synapta) genau verfolgt. Bei einigen andern Arten scheint indessen die Larvenform zu fehlen.

Die Familie der Seewalzen (Holothurida) hat kurze Saugfüßchen, ganz denen der Seeigel ähnlich, welche meist in Reihen stehen und durch Spalten der Haut hervorgestreckt werden können. Der Darmkanal im Innern ist S-förmig gewunden und an seinem hintern Ende mit einer baumartig verzweigten Kieme in Verbindung. In der Gefangenschaft ziehen sich diese Thiere oft mit solcher Energie zusammen, daß sie einen großen Theil des Darmkanals mit der Kieme losreißen und durch den After entleeren. Es sollen sich indeß diese Theile später wiedererzeugen. In den südlichen Meeren kommt eine Gattung vor, der Trepang, welcher in großen Massen gefischt und besonders nach China als stärkendes Reizmittel verkauft wird. Die Seewalzen finden sich in allen Meeren ungemein häufig an dem Boden kriechend, wo sie sich besonders von Schalthieren nähren. Die abgebildete Art ist häufig im Mittelmeere (Seewalze, Holothuria tubulosa, Fig. [illegible]).

Bei den Haftwalzen (Synaptida) fehlen die [illegible] chen durchaus und sind durch eigenthümliche [illegible] ersetzt, welche die Haut rauh machen. Ebenso [illegible] innere Kiemen oder eigene Respirationsorgane [illegible] das Wasser durch Sralten in die Leibe[illegible] Der Darmkanal ist gerade, der After [illegible] gesetzten Leibesende. Die Thiere schnurren [illegible] fangen dann ein Stück nach dem andern [illegible]

ab, sodaß endlich nur der Kalkring mit den Tentakeln übrigbleibt. Die abgebildete Art lebt im Sande der Küste des Oceans vergraben (Synapta inhaerens, Fig. 34). Eine bei Triest vorkommende Art (Synapta digitata) ist als Wohnthier der einzigen bekannten Schmarotzerschnecke (Entoconcha mirabilis) berühmt geworden.

Ordnung der Seeigel (Echinoidea).

Hautskelet größtentheils aus unbeweglich miteinander verbundenen Kalkplatten als Schale gebildet, auf welcher bewegliche Stacheln sitzen. Füßchen durch Löcher der Kalkplatten (Ambulacralzonen) hervortretend. Stets ein After.

Die Seeigel haben einen rundlichen, herzförmigen oder abgeplatteten Körper, welcher gänzlich aus eingelenkten Täfelchen zusammengesetzt ist, die zwischen sich nur zwei Oeffnungen, eine stets auf der Unterfläche gelegene für den Mund, eine zweite für den After lassen. Man unterscheidet auf dieser Schale selbst fünf Hauptabtheilungen, welche theils durch die Ecken des Mundes, theils aber ganz besonders durch die Fühlergänge angezeigt sind. An bestimmten Stellen nämlich zeigen die einzelnen Platten sehr charakteristisch gebildete feine Oeffnungen, welche zu dem Durchtritte der hauptsächlichsten Bewegungsorgane des Seeigels, der Saugfüßchen oder Ambulacren, bestimmt sind. Es stehen diese Oeffnungen stets in Reihen, welche bald von dem Munde ausgehend nach oben gegen den Gipfel der Schale hin zusammenfließen und dort einen fünfstrahligen Stern bilden, bald auch nur sich auf der obern Fläche zeigen, wo sie dann in einer fünfstrahligen Rosette zusammenstehen. Die gegenseitige Stellung und Zahl dieser feinen Löcher, ihre Verbindung oder Isolirung bieten sehr wichtige Merkmale für die Gattungen und Arten dar. Man unterscheidet hiernach auf den Schalen, deren Theile sich nach der Fünfzahl wiederholen, die Ambulacralfelder, welche diese Poren enthalten, und die dazwischenliegenden Interambulacralfelder. Dem Munde gegenüber auf der Rückenfläche des Seeigels befindet sich meistens der After, welcher keinem einzigen dieser Thiere fehlt und welcher dann den Mittelpunkt für die Rosette oder den Stern der Fühlergänge bildet. Der After ist meistens von beweglichen Platten eingefaßt, welche bei den fossilen Seeigeln leicht ausfallen. Außerdem findet sich in seinem Umkreise eine Rosette von Platten, deren jede deutlich durchbohrt ist, zum Durchtritte der Producte der Zeugungsorgane. Selbst in den Fällen, wo der After nicht im Mittelpunkte der Scheibe liegt, sondern mehr nach hinten gerückt ist, selbst in diesen Fällen bilden, nur mit Ausnahme einer einzigen Gruppe, die Genitalplatten auf der Mitte des Rückens einen Mittelpunkt mit fünf oder vier Oeffnungen, von welchem die Fühlergänge ausgehen. Die Geschlechtsorgane liegen nämlich bei den Seeigeln in einem vier- oder fünfstrahligen Stern von Traubensäcken an dem Rücken der Schale, und ihre Ausführungsgänge befinden sich in den erwähnten Genitalplatten. In den Ecken des Sterns, durch welche diese Platten gebildet werden, sieht man meist noch andere feinere Oeffnungen, in welchen die rothen Augenflecken eingebettet sind. Die Madreporenplatte liegt stets in der Nähe des aboralen Pols, und meist ist es eine Genitalplatte, welche porös wird.

Auf den Täfelchen, welche die Schalen der Seeigel zusammensetzen, stehen noch verschiedene Gebilde, welche besondere Beachtung verdienen. Dies sind einerseits die Stacheln, kalkige, bewegliche Säulen, welche von der Dicke eines Haars bis zu der einer Nuß wechseln und durch Gestalt, Structur und Einlenkung äußerst charakteristisch sind. Es stehen nämlich diese Stacheln stets auf runden Knötchen, welchen entsprechend sie an dem untern Ende eine hohle Gelenkfläche besitzen, sodaß sie auf einem förmlichen Kugelgelenke sich drehen können. Im Umkreise dieses Kugelgelenks sind faserige Bänder entwickelt, welche den Stachel bewegen können. Je bedeutender die Stacheln, desto größer werden auch die Zapfenhöcker, welche sie tragen, sodaß bei denjenigen Seeigeln, wo sehr bedeutend große Stacheln vorkommen, sich auch auf der Oberfläche der Schale dicke Höcker zeigen, welche meist noch einen besondern Gelenkknopf tragen und oft auch auf ihrer Spitze ein Loch zur Befestigung mittels eines Sehnenbandes zeigen. Das Verhalten dieser Höcker und der großen Stacheln zu den kleinen, deren Höckerchen der Oberfläche der Schale nur ein rauhes Ansehen geben, alles dies wird mit Vortheil zur Bestimmung der Gattungen und Arten benutzt. Bei den Herzigeln kommen auf der Schale stachellose Streifen vor, welche mit Wimpern besetzt sind. Die zweite Art von eigenthümlichen Organen, Pedicellarien, die besonders in der Umgebung des Mundes stehen, wurden schon früher erwähnt.

Die Entwickelung der Seeigel aus dem Ei geht meistens durch eine Larvenform vor sich, welche man, ihrer Aehnlichkeit mit einer Staffelei wegen, Pluteus genannt hat und die aus einer mit den Auricularien gemeinsamen Grundform dadurch entsteht, daß sich die mit Wimpern besetzten Ecken zu langen Armen ausziehen, welche mit steifen Kalkstäben gestützt sind. In dieser pyramidalen Larvenform, an deren Basis der Mund sich befindet, entsteht durch Knospung der Wassergefäße der Seeigel in einer Lage, die in Beziehung auf die Achsen nicht derjenigen der symmetrischen Pyramide entspricht. Die Knospung geht von den Wassergefäßen aus, welche überhaupt bei der Entwickelung der Stachelhäuter, wie später, die größte Rolle spielen. Der knospende Seeigel überwuchert allmälich die Larve, von welcher ein Theil des Darmes, die Arme mit ihrem Kalkskelet und ein Theil der Haut abgeworfen und nicht in den definitiven Körper aufgenommen werden. Merkwürdigerweise haben die Seeigel diese Larvenform mit dem größten Theile der Schlangensterne gemein, bei welchen nur einige Abweichungen der Form sich befinden. Bei einigen Seeigeln ist keine Larvenmetamorphose vorhanden.

Die Seeigel finden sich vorzugsweise an den Küsten und in geringen Meerestiefen. Einige bohren sich Höhlungen in den Felsen aus.

Die Familie der Herzigel (Spatangida), hat eine herzförmige Gestalt, an welcher man besonders deutlich eine mittlere Achse unterscheidet, die den Körper in zwei symmetrische Hälften theilt. Der durchaus zahnlose Mund liegt selten in der Mitte, meist an dem vordern Rande, der After an dem hintern Rande der Unterfläche ihm gegenüber, sodaß auch hierdurch die Mittellinie sehr deutlich angezeigt ist. Die Fühlergänge sind meistens auf dem Gipfel in einer Rosette vereinigt, bei einer Gruppe aber vollkommen getrennt. Der hintere unpaare Fühlergang liegt meistens in einer tiefen Rinne, wodurch die herzförmige Gestalt erzeugt wird, und unterscheidet sich in seiner Natur von den übrigen. Meist finden sich nur vier Genitalöffnungen und auch nur vier Eierstöcke im Innern. Auf der Schale finden sich nur feine, haarförmige Stacheln und besondere Zonen (Semitae oder Fasciolen), wo wimpernde Borsten die Stacheln ersetzen. Die Pluteuslarven haben, soweit bekannt, einen besondern Gitterstab aus Kalk

und Klasse der Stachelhäuter.

(Echinodermata.)

Figur 34 bis 39 und Tafel 32, Figur 1 bis 10.)

rglich symmetrische, später meist fünf- adiär gebaute Meerthiere mit ver- utskelet, selbständig ausgebildetem d eigenthümlichen Schwellfüßchen ra) als wesentlichsten Bewegungs- Geschlechter meist getrennt.

erform ist sehr mannichfaltig und geht von stalt bis zu der einer platten Scheibe oder s oder bis zur Walzenform in allen nur Zwischengestalten vor. Bei den angehef- ngen wird die Körperform becherartig und en sich Mund und After auf der obern, vom ehrten Körperfläche. Bei den Kugel- und nen wird der Mund stets auf der untern, äche, angetroffen, während bei der Walzen- Stellung des Mundes an dem einen Ende nd Hinten deutlich bezeichnet. Die Stellung nmer vorhandenen Afters wechselt dann ıber kann man, durch besondere Anordnung ße und der Geschlechtsorgane, den oralen l von dem entgegengesetzten aboralen unter- Die Bewegung ist nicht so mannichfaltig, rn Klassen. Kein erwachsener Stachelhäuter ch schwimmen, obgleich alle nur in dem ı. Sie kriechen vielmehr meistens mit den Saugfüßen, die man Ambulacren nennt, oden des Wassers umher. Nur einigen en diese Saugfüße ab und sie behelfen sich windende Bewegungen ihres wurmförmi- oder durch Umklammerung mittels beweg- len und Ranken. Eine ganze Familie der r bleibt zeitlebens durch einen mehr oder en Stiel an den Boden geheftet und bietet glockenförmigen Körper sowie die oft ge- ne, welche den Mund umstehen, eine große in ihrer äußern Gestalt mit den Polypen gens gibt es in der ganzen Klasse der n keine socialen Thierformen; alle leben Individuen und pflanzen sich nur durch Zeugung fort.

der Echinodermen besteht aus einem dichten , welches meist eine lederartige Festigkeit alkablagerungen, welche darin vorkommen nchmal bis auf kleine Ueberreste die Leder- h verdrängen, sind in einfachster Form bei nten Seewalzen (Holothuria) vorhanden. sie meist unregelmäßige, netzartige Körper, ei einer andern Familie einen förmlichen oder Anker tragen, welcher aus der Haut und dem Thiere beim Angreifen eine ge- gkeit gibt. Es scheinen diese Angelhaken, Willkür bewegt werden können, von Wich- as Kriechen des Thiers im Sande zu sein. sich übrigens nur bei den Gattungen wurm- tachelhäuter, welchen andere Bewegungs- o zwar namentlich die Saugfüße abgehen. milie der Seesterne rücken die unregel- gartigen Kalkkörperchen in der Haut so nahe daß schon ein förmliches, freilich nur aus tücken zusammengesetztes, nach allen Rich- bewegliches Skelet entsteht, das in gewisser einem Kettenpanzer nicht unähnlich sieht. ußern Panzerringen, welche den Körper rs die Strahlen desselben zusammensetzen, innen hin Querbalken, die gelenkartig mit- bunden sind und in der Mitte unter einem mmenstoßen, sodaß an der Bauchfläche der Arme eine tiefe Rinne, die sogenannte Bauchrinne, gebildet wird. Zwischen diesen Stücken befinden sich einzelne Oeffnungen, durch welche die zum Kriechen dienenden und in der Bauchrinne gelegenen Saugfüße nach außen hervortreten können. Man kann sich auf diese Weise das Skelet der Seesterne als aus einzelnen geschlossenen Panzerringen bestehend vorstellen, welche Ringe nicht vollkommen rund, sondern auf der Bauchfläche nach innen eingedrückt sind. Außer diesen Ringen sind in der Haut der See- und Schlangensterne eine Menge von Stacheln eingepflanzt, deren Basis in die Lederhaut eingesenkt und beweglich ist, sodaß diese Kalkstacheln zugleich als Stützen und zur Wehre benutzt werden können. Bei den Schlangensternen nehmen die Panzerringe an den Armen die Gestalt von Tafeln an und lassen so die Lederhaut bis auf die Fugen der Tafeln verschwinden. Noch weiter geht diese Täfelung bei den Seeigeln; hier ist der ganze Körper von einer Schale umhüllt, welche aus einzelnen, meist fünf- oder sechseckigen Täfelchen zusammengesetzt ist und nur eine Oeffnung für den Mund und eine für den After übrigläßt. Es sind diese Täfelchen aus Kalknetzen gebildet, welche noch mittels organischer Fasermasse durchwebt sind. In der Nähe des Mundes und des Afters stehen diese Täfelchen oft nur in mittelbarem beweglichen Zusammenhange, indem sie in die lederartige Haut gleichsam eingelegt sind. Bei den versteinerten Seeigeln fallen deshalb diese beweglichen Tafeln leicht heraus, während die übrigen Tafeln des Körpers, fest miteinander verbunden, eine einzige Schale bilden. Auf besondern Höckern dieser Schale sind meistens mehr oder minder große bewegliche Stacheln eingepflanzt, welche ebenfalls aus Kalkmasse, und zwar aus einem einzigen Stücke bestehen und hauptsächlich zum Stützen des Körpers bei der Bewegung dienen. Außer den Stacheln findet man noch eigenthümliche Greiforgane, Pedicellarien genannt, die aus einem langen Kalkstiele und einer drei- oder vierklappigen Zange bestehen, welche beständig geöffnet und wieder geschlossen wird. Diese Pedicellarien, die man früher für Schmarotzer hielt, stehen auf besondern kleinen Höckerchen, besonders häufig in der Nähe des Mundes bei Seeigeln und Seesternen und scheinen zum Ergreifen von Nahrungsstoffen bestimmt. Sie erscheinen schon früh bei den Embryonen und zeichnen sich dann durch ihre plumpe Gestalt aus. Später wird der Stiel länger, und nun schwanken diese Zangen auf dem Stiele beständig hin und her, während ihre obern Backen auf- und zuklappen. Selbst nach dem Tode des Thiers dauern diese Bewegungen der Pedicellarien noch eine geraume Zeit fort.

In gleicher Weise wie das Skelet der Seeigel, ist auch dasjenige der Seelilien (Crinoidea) zusammengesetzt, welche besonders in den ältern Schichten der Erde häufig vorkommen. Der Stiel dieser Thiere, womit sie unbeweglich festsitzen, wird aus scheibenförmigen Stücken aufgebaut, die wie Münzen aufeinanderliegen, während der becherförmige Körper aus einzelnen Tafeln gebildet ist. Die obere Fläche dieses Körpers ist mit weicher lederartiger Haut überzogen, während die Arme mit ihren Nebenarmen und Zweigen, die an dem Rande des Bechers stehen, wieder in ähnlicher Weise wie die Säule des Stiels aus einzelnen Tafelstücken aufgebaut sind. Bei der Betrachtung der Gattungen, Familien und Ordnungen werden wir auf diese Verhältnisse näher eingehen müssen.

Die Bewegungsorgane der Stachelhäuter sind ziemlich übereinstimmend bei allen gebildet. Bei den wurmförmigen sind deutliche Muskelmassen entwickelt, welche äußerst energische Zusammenziehungen des Kör-

mit zwei Füßchenreihen haben keinen After, während die mit vier Reihen einen solchen auf der Rückenfläche besitzen. Die Entwickelung ist sehr mannichfaltig und bisjetzt noch nicht so weit aufgeklärt, daß man sie in Beziehung zu den erwachsenen Formen bringen könnte. Man kennt bisjetzt zwei freischwimmende Larvenformen, die man Bipinnaria und Brachiolaria genannt hat, eine Larvenform mit Saugnäpfen, womit sich die Jungen an die Mutter anheften, und endlich gibt es auch Seesterne, die lebende Junge ohne Metamorphose gebären. Die abgebildete vielarmige Art (Sonnenstern, Solaster papposus, Fig. 4) häufig im Ocean.

Die Ordnung der Seelilien (Crinoidea) ist fast ganz aus der heutigen Schöpfung verschwunden, während sie in den frühern einen ausgezeichneten Rang einnahm und in den ältesten Zeiten nebst den Seesternen allein die Klasse der Stachelhäuter überhaupt repräsentirte. Die meisten dieser Thiere saßen auf langen beweglichen Stielen fest und hatten in ihrer äußern Gestalt viel Aehnlichkeit mit Polypen, sodaß sie in der That von ältern Forschern unter diese gestellt wurden. Der Körper ist becherförmig, die untere dem Stiele zugewandte Fläche aus einzelnen Kalktafeln gebildet, welche in der Mitte eine Höhle für die Eingeweide lassen. Die obere Fläche des Bechers ist von einer lederartigen Haut überwölbt, in welcher sich mitten der Mund und zur Seite der After befindet. An dem Rande des Körpers stehen Arme, welche von den Tafeln, die den Becher bilden, ausgehen, meist sehr beweglich sind, entfaltet und zusammengelegt werden können und zum Ergreifen der Beute dienen. Diese Arme sind aus vielen einzelnen Stücken zusammengesetzt und tragen oft wieder besondere Aeste, Zweige und Ranken, die auf den einzelnen Gliedern der Arme eingelenkt sind. Der Körper mit seinen zusammengelegten Armen hat besonders bei einigen kurzarmigen Arten ganz die Form einer Lilienknospe auf langem Stengel.

Eine normale Seelilie kann man als zusammengesetzt aus vier einzelnen Theilen ansehen: die Wurzel, womit das Thier an den Boden befestigt ist, wird von einer kalkigen Masse gebildet, ähnlich der Grundmasse, an der die Polypen aufsitzen. Sie erscheint meist als eine Ausschwitzung ohne weitere specielle Ausbildung. Auf dieser Wurzel erhebt sich der Stiel oder die Säule, zusammengesetzt aus einzelnen, meist runden oder fünfeckigen Gliedern, welche gewöhnlich eine mittlere centrale Oeffnung besitzen, durch die ein Kanal nach unten sich erstreckt, der hauptsächlich nur für die bewegende Fasermasse des Stiels bestimmt scheint. Die Täfelchen der Säule haben meist auf beiden Seiten Kerben und Vorsprünge, die ineinandergreifen und oft die Figur eines fünfstrahligen Sterns bilden. Diese isolirten Täfelchen, die man auch Trochiten oder Entrochiten genannt hat, finden sich häufig in den Schichten der Erde vor, während wohlerhaltene Seelilien in ganzer Gestalt seltener sind. Bei vielen Gattungen trägt der Stiel seitliche Ranken, die andern fehlen; bei andern verkümmert er oder zeigt sich nur als knopfartiges Rudiment. Der Körper oder Becher der Seelilien besteht aus einzelnen Stücken, welche man je nach der Entfernung oder der Nähe des Stiels und der Arme ziemlich unzweckmäßigerweise Beckenglieder, Hüftglieder, Schulterglieder u. s. w. genannt hat. Diese Täfelchen bilden mehrere übereinanderliegende, sich erweiternde Kreise, auf deren äußerstem die Arme eingelenkt sind. Dieser sind fünf oder zehn, die sich aber oft noch vielfältig in Aeste spalten. Auf ihrer innern Seite zeigen die Arme eine Rinne, welche von der weichen Hautbedeckung überzogen ist und auf der die kleinen Saugfüßchen angebracht sind. Der Becher ist durch eine mehr oder minder verkalkte Haut geschlossen, auf welcher sich der Mund in der Mitte und der excentrische After befinden. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich traubenförmig an den Rinnen der Arme und den dort angebrachten Anhängen.

Man kann unter den lebenden zwei Familien unterscheiden: die eine begreift die gestielten Seelilien (Encrinida), von welchen jetzt durch die Tiefsee-Untersuchungen viele Arten bekannt geworden sind. Sie bewohnen in der That nur sehr bedeutende Tiefen, tausend Faden und mehr, besonders in den wärmern Zonen des Oceans. Wir bilden aus dieser Gruppe eine fossile Art ab, die für den Muschelkalk charakteristisch ist (Encrinus liliiformis, Taf. 32, Fig. 9).

Die Familie der ungestielten Seelilien, der Haarsterne (Comatulida), ist aus Thieren gebildet, welche im erwachsenen Alter vollkommen frei sind und häufig noch jetzt in unsern Meeren vorkommen. Die Haarsterne haben einen abgeplatteten Körper, dessen Rückenfläche aus einzelnen Täfelchen zusammengesetzt ist und auf dessen Bauchfläche sich zwei Oeffnungen zeigen, eine mittlere, der Mund, eine seitliche warzig hervorstehende, der After. Die zehn Arme, welche der Thiere besitzen, sind an dem Rande des abgeplatteten Bechers eingelenkt und aus Täfelchen zusammengesetzt, auf welchen zweizeilige bewegliche Federanhänge stehen. Mittels dieser Arme und Anhänge klettert der Haarstern sehr geschickt an Meerpflanzen umher, die er mit seinen Armen umfaßt, wobei ihm die kurzen Füßchen behülflich sind, welche auf einer Rinne an der Bauchfläche der Arme stehen. Die abgebildete Art ist häufig im Mittelmeere (Haarstern, Comatula mediterranea, Fig. 7).

Die Entwickelung ist jetzt ziemlich genau bekannt und wirft ein großes Licht auf diejenige der Ordnung überhaupt. In der That entsteht aus dem Ei der Haarsterne eine ovale Larve mit queren Wimperreifen, endständigem Wimperbusch und großem Mund, an welcher allmählich die Kalkplatten des Bechers und des Stiels sich zeigen. Indem nun nach und nach das innere Stelet mehr auswächst, die Haut sich an dasselbe anlegt und die Wimperreifen mehr schwinden, wird aus dem Ganzen ein Wesen, das einem Armglase nicht unähnlich sieht und sich festsetzt. Hervorsprossen die Arme hervor, und so wird aus der umherschwimmenden Larve eine festsitzende Seelilie, von der wir einen Busch abbilden (Pentacrinus europaeus, Fig. 9). Nachdem die Seelilie bis zu einer gewissen Größe herangewachsen ist, trennt sie sich vom Stiele und wird ein Haarstern. Die jetzigen Haarsterne durchlaufen also dieselben Entwickelungsstufen, welche die Ordnung überhaupt in der Erdgeschichte durchläuft.

Kreis der Darmgefäßler.

(Coelenterata.)

Die Verdauungshöhle setzt sich entweder unmittelbar oder durch Spalten in ein System von Höhlen und Kanälen fort, welche den Körper durchziehen.

Die ursprüngliche Grundform dieser Thiere ist diejenige eines Eies oder eines Cylinders, der in seiner Achse eine einer blind endenden Verdauungshöhle ausgeweitet und aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, einer äußern, Ectoderm, welche meist ursprünglich mit Flimmerhaaren und Nesselorganen besetzt ist, und einer innern, Entoderm, welche die verdauende Höhle auskleidet und sich in deren Verzweigungen fortsetzt, wenn solche vorhanden

liegt und verschiedene Gefäßringe mitein-
ndet, die in ähnlicher Weise wie das Ner-
en Darm umgeben und Zweige den Ambu-
nach aussenden. Einer dieser Gefäßringe
m Nervensysteme selbst. Mit dem eigentlichen
n aber, das ein opalisirendes Blut enthält,
ein complicirtes Wassergefäßsystem in
, welches nach außen meist durch eine von
hern durchzogene, deshalb schwammig aus-
alkplatte (Madreporenplatte) communicirt.
adreporenplatte setzt sich nach innen ein mehr
er schwammig verkalkter Kanal fort, der
al, welcher die verschiedenen Wassergefäß-
inander verbindet und sie speist. Nur bei
lzen werden die Wassergefäße aus der Lei-
gespeist. Die peripherischen Wassergefäße
meist von einem Gefäßringe um den Mund
Hauptstämme in die Strahlen, welche auf
seite verlaufen. Mit jedem Füßchen und
Mundfühler steht ein besonderes Bläschen
ung, welches durch ein Aestchen des Wasser-
speist wird. Die Bläschen dienen haupt-
Entfaltung der Fühler selbst, indem bei
menziehung der Bläschen das Wasser von
hen aus in die Fühler hineingepreßt und
estreckt wird, während bei der Ausdehnung
hen das Wasser aus den Fühlern zurück-
Bei vielen finden sich noch größere, sogenannte
Blasen als Sammler für die rückströmende
Abgesonderte Athemorgane kommen nur
igentlichen Seewalzen und bei den Seeigeln
den letztern finden sich auf der äußern Bauch-
dem Umkreise des Mundes baumartig ver-
ohle Läppchen, welche frei in das Wasser
en und deren innere Höhle mit der Leibes-
directer Verbindung steht, sodaß das Gewebe
men innen und außen vom Wasser umspült
den Seewalzen sind die sogenannten Kiemen
gen im Innern des Körpers angebracht und
aus einem zweiästigen hohlen Baume, der in
eiterung des Darms, unmittelbar vor dem
eine Kloake mündet. Der eine Ast dieser
gen Kieme liegt an dem Darme, der andere,
lunge, an der äußern Leibeswandung an.
und Zweige dieser Kiemen, welche innen mit
astesten Flimmerüberzuge versehen sind, befin-
in steter wurmförmiger Bewegung, die selbst
nach der Zerstückelung des Thiers noch an-
as Wasser, welches die Kiemen anfüllt, wird
After eingesogen und wieder ausgespritzt, oft
er Gewalt, daß ein großer Theil der Einge-
it hervorgepreßt wird. Wahrscheinlich ent-
diese Organe eher den Schleifenkanälen der

Ausnahme einiger Haftwalzen sind bei allen
äutern die Geschlechter getrennt. Es gibt
e und weibliche Individuen, die indeß äußer-
kenntlichen Merkmale darbieten; auch in ihrer
gleichen sich die männlichen und weiblichen
tsorgane durchaus und lassen sich nur in der
durch ihren Inhalt unterscheiden. Sie bilden
oder lappige Schläuche, welche meistens durch
urze Ausführungsgänge sich nach außen öffnen,
r an sehr verschiedenen Orten angebracht sind.
meisten Eiern gehen frei schwimmende Larven
doch gibt es auch Arten, wo die Jungen in
Brutbehältern aufgezogen werden oder durch
enziehung der Mutter beschützt werden, sodaß
ne freie Bewegung stattfindet.
ntwickelungsweise ist äußerst mannichfaltig und die Larvenformen oft höchst seltsam. Wir können die Formen nur bei den einzelnen Ordnungen andeuten. Die Stachelhäuter leben in allen Meeren oft in großen Mengen zusammen, stets auf dem Boden und an den Küsten umherkriechend.

Von vielen Seeigeln werden zur Fortpflanzungszeit die strotzend angefüllten Eierstöcke gegessen. Mehrern Arten von Seewalzen des Indischen Meeres sind unter dem Namen Trepang ein gesuchter Leckerbissen der Chinesen und dadurch ein bedeutender Handelsartikel. Sonst braucht man sie nur, besonders die Seesterne, als Dung auf Feldern, die Kalksalze bedürfen.

Ordnung der Seewalzen (Holothurida).

Meist walzenförmiger Körper mit Mund und After an beiden Enden. Haut mit zerstreuten Kalkkörpern. Mund von einem Tentakelkranz umgeben.

Der strahlige Bau ist nur durch den Tentakelkranz und die Vertheilung der Wassergefäße im Innern angedeutet. Meist unterscheidet man deutlich eine Bauch- und Rückenfläche, und bei einigen Gattungen geht dies so weit, daß der Körper eine förmliche Bauchsohle hat, welche mit den Füßchen besetzt ist, während auf der mit Kalkschuppen eingeschindelten Rückenfläche Mund und After von stacheligen Schuppen umgeben sich zeigen (Cuvieria squamata, Taf. 31, Fig. 35). Ein aus 10—15 Kalkplatten zusammengesetzter Ring umgibt den Schlund. An ihn heften sich die Längsmuskeln des Körpers; er stützt zugleich das Wassergefäßsystem. Die Tentakeln sind einfach, getheilt, schildförmig und in Form von Scheiben mit Einkerbungen, oder baum- und blumenkohlförmig.

Bei den meisten Seewalzen entsteht aus dem Ei eine seltsame, einem Wappenschilde mit Einkerbungen nicht unähnliche Larvenform, die mit dem Namen Auricularia bezeichnet worden ist und die sogar durch eine eigene Puppenform, wobei indessen das Thier noch schwimmt, in der Weise in die definitive Seewalze übergeht, daß kein Theil des Larvenkörpers abgeworfen wird. Die Entwickelung ist besonders bei den Haftwalzen (Synapta) genau verfolgt. Bei einigen andern Arten scheint indessen die Larvenform zu fehlen.

Die Familie der Seewalzen (Holothurida) hat kurze Saugfüßchen, ganz denen der Seeigel ähnlich, welche meist in Reihen stehen und durch Spalten der Haut hervorgestreckt werden können. Der Darmkanal im Innern ist S-förmig gewunden und an seinem hintern Ende mit einer baumartig verzweigten Kieme in Verbindung. In der Gefangenschaft ziehen sich diese Thiere oft mit solcher Energie zusammen, daß sie einen großen Theil des Darmkanals mit der Kieme losreißen und durch den After entleeren. Es sollen sich indeß diese Theile später wiedererzeugen. In den südlichen Meeren kommt eine Gattung vor, der Trepang, welcher in großen Massen gefischt und besonders nach China als stärkendes Reizmittel verkauft wird. Die Seewalzen finden sich in allen Meeren ungemein häufig an dem Boden kriechend, wo sie sich besonders von Schalthieren nähren. Die abgebildete Art ist häufig im Mittelmeere (Seewalze, Holothuria tubulosa, Fig. 36).

Bei den Haftwalzen (Synaptida) fehlen die Füßchen durchaus und sind durch eigenthümliche Kalkanker ersetzt, welche die Haut rauh machen. Ebenso fehlen innere Kiemen oder eigene Respirationsorgane, indem das Wasser durch Spalten in die Leibeshöhle tritt. Der Darmkanal ist gerade, der After am entgegengesetzten Leibesende. Die Thiere schnüren in der Gefangenschaft ein Stück nach dem andern ihres Leibes

Man hat vier Ordnungen unterschieden: die Lappenquallen (Lobata) mit Schirmlappen vor dem Munde und ungleich langen Schwimmblättchenreihen. Hierher gehört die abgebildete, im norwegischen Meere häufige, oft handlange Art (Bolinia norvegica, Taf. 32, Fig. 19). Die Bandquallen, (Cestida) mit seitlich verlängertem Körper; eine Art, der Venusgürtel (Cestum Veneris), im Mittelmeere, wird bis 1 Meter lang. Die Kürbisquallen (Saccata), mit engem Maul, kugelförmigem Körper, langen, in Säcke einziehbaren Fangfäden; die abgebildete Art (Cydippe pileus, Fig. 23) aus der Nordsee. Die Gurkenquallen (Beroida), mit weitem Maul, ohne Fangfäden; die abgebildete Art aus dem Mittelmeere (Beroë Forskalii, Fig. 20).

Klasse der Quallenpolypen (Hydrozoa).

(Tafel 32, Figur 21, 22 und Tafel 33, Figur 1 bis 12.)

Körper keulen- oder glockenförmig; meist mit Fangfäden um den Mund. Gewöhnlich Radialkanäle von der Magenhöhle aus. Festsitzende oder schwimmende Wesen, Einzelthiere oder Colonien, meist mit Generationswechsel oder Knospenbildung.

Die meisten Thiere, welche dieser Klasse angehören, erscheinen unter zweierlei Formen: derjenigen eines keulenförmigen Polypen, um dessen Mund meist Fangarme stehen, und derjenigen einer Qualle oder Meduse von Glocken- oder Schirmgestalt. Wir betrachten zuerst diese Formen gesondert.

Die Form, welche wir mit dem Namen der Armpolypen bezeichnen, umfaßt Thiere von weichem Körperbau, die meistens in Colonien zusammenleben und deren Mund von einer veränderlichen Zahl wimperloser, rundlicher, sehr ausdehnbarer Fühler umgeben ist. Viele Gattungen haben einen Polypenstock, der entweder nur eine Incrustation oder verästelte Bäumchen bildet, die glockenförmige Zellen tragen, in welche sich meist die einzelnen Polypenleiber zurückziehen können. Diese Polypenstöcke sind dann äußerst zart, papierartig oder hornig und biegsam; sie bilden niemals größere Massen oder Korallen, wie die eigentlichen Korallenpolypen.

In der weichen Haut der Armpolypen finden sich Nesselorgane, welche aus einem mit Widerhaken versehenen Bläschen bestehen, das einen kleberigen Faden hervorschnellt, welcher sich beim Erhaschen der Beute um dieselbe schlingt. Die Bläschen reißen sich bei dieser Gelegenheit aus der Haut los, und ihre Berührung tödtet unausbleiblich die kleinen Thierchen, welche von den Armen erfaßt waren. Die Fangarme selbst sind stets rundlich und bei einigen Gattungen scheinbar aus einem großzelligen Gewebe gebildet, während sie bei andern hohl sind und diese Höhlen mit der Magenhöhle in Verbindung stehen. Nervensystem und Sinnesorgane hat man noch bei keinem Armpolypen entdeckt. Der Mund, der in der Mitte des Fühlerkreises sich befindet, führt in eine einfache Verdauungshöhle über, welche zwar von eigenthümlichen Zellen des Entoderms ausgekleidet, aber nicht von der Leibeswandung getrennt ist. Bei den einsamen Armpolypen ist die Verdauungshöhle nach unten blind geschlossen, während bei den gesellschaftlichen Gattungen sie nach unten in eine Röhre übergeht, welche in ein für alle Individuen des Stocks gemeinschaftliches Netz von Röhren mündet. In allen diesen Röhren wird die Ernährungsflüssigkeit durch zarte Wimpern umgetrieben. Die unverdauten Stoffe werden bei allen durch den Mund ausgeworfen.

Die Schirmquallen oder Medusen sind freie nackte gallertartige Thiere von mehr oder minder scheibenförmigem, zuweilen glockenförmigem Körper, dessen freier, meist mit Fäden besetzter Rand durch wechselnde klappende Zusammenziehungen und Ausdehnungen als Schwimmorgan dient. An der unteren Fläche dieses meist glasartig durchsichtigen Körpers befindet sich der Mund oder die seine Stelle vertretenden Saugorgane, oft von stielartigen Verlängerungen getragen, sodaß der ganze Körper einigermaßen einem Hutpilze ähnlich sieht.

Alle Quallen sind nackt und ihr aus einer oft knorpelharten Zellensubstanz zusammengesetzter Körper von einer zarten Oberhaut bedeckt, in welcher sich meist ähnliche Nesselorgane finden, wie wir sie schon bei den Polypen kennen lernten. Die Gäste der Seebäder kennen diese nesselnde Eigenschaft oft aus eigener schmerzlicher Erfahrung. Der scheibenförmige Körper selbst zeigt stets in der Anordnung aller seiner Organe einen streng regelmäßig strahligen Typus, sodaß man jede Qualle in je vier oder sechs vollkommen gleiche Segmente zerspalten kann. Nach diesen Zahlen geordnet zeigen sich dann auch bei den meisten dieser Thiere an dem Rande angebrachte, oft außerordentlich lange contractile Fäden, welche offenbar als Fühlfäden benutzt werden.

Als Nervensystem und Sinnesorgane hat man mit Recht eigenthümliche Körper gedeutet, welche an dem Rande der Scheibe meistens in Sechs- oder Achtzahl eingebettet liegen. Es bestehen diese Randkörper aus einem kapselartigen Bläschen, in welchem ein runder oder eckiger krystallinischer Kern enthalten ist. Bei einigen Gattungen sind diese Bläschen von einem lebhaft gefärbten Pigment umgeben, was sie für Augen ansprechen ließ, während ihre Zusammensetzung aus einem krystallinischen Kerne, der in einem Bläschen eingeschlossen liegt, eher darin die erste Bildung von Hörorganen erkennen lassen dürfte.

Die Verdauungsorgane sind in eigenthümlicher Weise gestaltet. Meist ist ein einfacher Mund vorhanden, der zuweilen nur von einem Randsaume umgeben, in den gewöhnlichen Fällen aber von Fangarmen der verschiedensten Gestalt umstellt ist. Oft besitzen diese Fangarme Randsäume, die wie eine Krause gefaltet sind, und oft ist der Magen lang ausgezogen, sodaß er wie ein Schwengel in der Glocke hängt, oder in einen kreuzförmigen Spalt verwandelt, der wie das Jabot eines Hemdes von vorspringenden Krausen umgeben ist. Bei einigen wenigen Gattungen indessen findet sich keine einzelne Mundöffnung, sondern feine Saugmündungen, die entweder auf einem einfachen Mittelstiele oder auf vielfachen Fühlern, die oft noch verästelt sind, sich nach außen öffnen. Die feinen Röhren, welche von diesen Saugmündungen aufsteigen, führen ebenso wie der einfache Mund in eine größere oder kleinere Magenhöhle, welche meist eine gewisse Anzahl von strahlig gestellten Nebensäcken besitzt. Aus diesen Nebensäcken entspringen Gefäße in bestimmter Zahl, welche strahlig nach dem Rande zulaufen und dort entweder in ein Randgefäß oder in ein äußerst zierliches Maschennetz von feinern Gefäßen übergehen. Der ganze Körper wird auf diese Art von der Ernährungsflüssigkeit durchzogen, und nicht selten sieht man sogar noch unverdaute Reste kleiner Thierchen in diesen Kanälen.

Die Geschlechtsorgane zeigen sich in der Form bandförmiger Drüsen, welche bald als Streifen an dem untern Rande der Scheibe auf den Radialkanälen oft in bedeutend großer Zahl, bald an dem Magen selbst, bald in eigenen nach außen geöffneten Höhlen

r Seite der Magenhöhle in Form gekrauſter Franſen ıgebracht ſind und einzelne Säckchen enthalten, in elchen bei dem einen Geſchlecht die Samenthierchen, i dem andern die Eier ſich entwickeln.

Die beiden Formen, welche wir hier charakteriſirt ıben, können nun entweder für ſich beſtehen, oder in n verſchiedenſten Weiſen ſich miteinander combiniren. iernach kann man verſchiedene Ordnungen und ſelbſt nterklaſſen unterſcheiden.

Unterklaſſe der Armpolypen.

Ordnung der Meerſchirme (Lucernarida).

Verdauungshöhle mit Scheidewänden.

Gallertartige, durchſichtige, mit einem runden Stiele h anheftende Polypen in der Form eines Sonnenıirms, die entweder nur acht einfache oder ſelbſt nur er ſpäter getheilte dicke Fühler beſitzen, welche durch ne trichterförmige Zwiſchenhaut verbunden ſind. An r Spitze dieſer Fühler bemerkt man eigenthümliche augfäden und Neſſelhaufen. Die Verdauungshöhle außerordentlich kurz und öffnet ſich nach hinten ſoeich in die Leibeshöhle, welche vier Scheidewände ſitzt. Die Eierſtöcke, welche ganz den gewöhnlichen au haben, erſtrecken ſich bis weit hervor in die ſchirmnliche Ausbreitung der Tentakeln. Man findet verhiedene Gattungen dieſer Familie an den nördlichen üſten des Oceans. Sie bilden einen Uebergang zwiben den Korallenpolypen einerſeits und den Quallen ıdererſeits. Ihre Entwickelung iſt noch nicht hinichend erforſcht.

Ordnung der Armpolypen (Hydrida).

Einfache Verdauungshöhle ohne Scheidewände, hohle Arme; Körper keulenförmig.

Die Familie der Süßwaſſerpolypen (Hydrida) eſteht hauptſächlich aus der Gattung Hydra, deren lrten man vorzüglich häufig an Waſſerlinſenwurzeln ngeheftet findet. Das Thier iſt ganz nackt, mit langen angarmen verſehen, die es auch zum Umherklettern raucht, obgleich es ſich gewöhnlich mit ſeinem Fuße eſtſetzt und ruhig auf Beute lauert. Die Fangarme lbſt ſind hohl und ihre Höhle ſteht mit der den anzen Leib des Thiers bildenden Verdauungshöhle ı Verbindung. Sie können ungemein verlängert erden und dienen durch ihre Neſſel- und Haftorgane ım Fangen der Beute, die beſonders in Waſſerflöhen Cyclops), kleinen Mückenlarven und derlei Thierchen eſteht. Die Thiere ſind ungeheuer gefräßig und pflanzen ch bei gutem Futter lebhaft durch Knospen fort, die n der untern Leibeshälfte hervorſproſſen. Ihr Leben t ſehr zähe, ihre Reproductionskraft ungemein groß, ıdaß einzelne Stücke wieder zu ſelbſtändigen Thieren uswachſen. Die hervorſproſſenden Knospen ſtehen nfangs mit der Leibeshöhle in Verbindung, ſchnüren ch aber vollſtändig ab, ſobald ihre Arme entwickelt nd. Außer dieſer Knospenzeugung pflanzen ſich die hiere noch auf geſchlechtlichem Wege fort. Unmittelar an der Baſis der Arme bilden ſich warzenförmige noſpen, welche ſich aushöhlen, mit Samenthieren illen, die ſie durch Oeffnen der Spitze entleeren; es nd die Hoden. Die Eier bilden ſich am Grunde der Magenhöhle durch eigenthümliche Umänderung einer elle und erhalten eine dicke, zuweilen mit Stacheln nd Widerhaken beſetzte Hülle. Durch dieſe Eier, die n Schlamme oder an Waſſerpflanzen hängend den Winter überdauern, wird die Gattung im Frühjahre ıtgepflanzt. Die abgebildete, ſchön grüne Art iſt berall häufig (Hydra viridis, Taf. 33, Fig. 7).

Unterklaſſe der Quallenpolypen (Hydromedusae).

Körpergeſtalt der Geſchlechtsthiere ſtets ſchirm- oder glockenförmig, meiſt frei beweglich. Meiſt Zwiſchengenerationen ungeſchlechtiger, durch Knospen ſich fortpflanzender, polypenähnlicher Weſen.

Ordnung der Schwimmpolypen (Siphonophora).

Schwimmende Thierſtöcke, meiſt aus polymorphen Individuen zuſammengeſetzt.

An einem gemeinſamen hohlen Stamme, der meiſt höchſt contractil iſt und in welchem die Ernährungsflüſſigkeit circulirt, hängen meiſt verſchieden geſtaltete, durch Knospung gebildete Individuen, bald in Gruppen vertheilt, bald mehr gemeinſam. Stets ausgebildet ſind Nährthiere; keulenförmige Polypen ohne Arme, nur zuweilen mit etwas ausgezacktem Mundrande und centraler Verdauungshöhle, die durch einen Stiel ſich in die Höhle des Stammes fortſetzt. Meiſt haben dieſe Nährthiere mit ſehr complicirt gebildeten Neſſelkapſeln beſetzte Fangfäden. Zuweilen findet ſich, wie bei der Segelqualle (Velella cyanea, Taf. 33, Fig. 5), auf der untern Fläche ein großer Nährpolyp im Mittelpunkte, umgeben von vielen kleinern. Eine zweite Klaſſe von Individuen bilden die Bewegungsthiere, gewöhnlich in Geſtalt von Glocken mit Radialkanälen, Schwimmhaut, aber ſtets ohne Randkörper, die bald reihenweiſe, bald nur paarweiſe am vordern Ende des Stammes ſtehen. Bei der abgebildeten Art aus dem Mittelmeere, wo dieſes der Fall iſt (Praya diphyes, Fig. 1), hat zugleich jede am Stamme befeſtigte Gruppe noch eine beſondere Schwimmglocke. Zuweilen gibt es ſtatt dieſer Bewegungsindividuen nur hydroſtatiſche Apparate, wie bei den Segelquallen oder den ſo furchtbar neſſelnden Seeblaſen (Physalia utriculus, Fig. 2) aus dem ſüdlichen Theile des Oceans. Die Geſchlechtsthiere endlich können ſehr verſchieden geſtaltet ſein. Sie können Knospen, Bäumchen u. ſ. w. vorſtellen, welche ſich nicht vom Stamme löſen oder ſo als Individuen organiſirt ſind, daß ſie förmliche Meduſen darſtellen mit Glocke, Radialkanälen und Geſchlechtsorganen. Alle dieſe Knospen ſind eingeſchlechtig, niemals hermaphroditiſch, und zuweilen iſt auch die ganze Colonie nur einen Geſchlechts. Die Geſchlechtsknospen ſitzen bald iſolirt am Stamm, bald mit den Nährindividuen in einer Gruppe, bald ſelbſt auf dem Stiel der letztern. Außerdem kommen noch verkümmerte Individuen vor, als polypenähnliche Taſter ohne Mund, als knorpelige Deckſtücke u. ſ. w., ſodaß die Mannichfaltigkeit der Bildung und Zuſammenſetzung ſehr groß iſt.

Die Thierſtöcke, welche faſt nur in ſüdlichen Meeren vorkommen, ſind das reizend Schönſte, was man ſehen kann. Sie entwickeln ſich aus Eiern, in welchen ſehr bald nach der erſten Anlage des Individuums eine Knospung weitere Vermehrung und Differenzirung bedingt.

Wir haben aus den verſchiedenen Familien drei Haupttypen abgebildet: die Segelqualle (Velella cyanea, Fig. 3 von oben; Fig. 4 von der Seite von unten). Die Grundlage, auf deren Unterſeite verkümmerte Individuen als Tentakeln am Rande, ein großes Nährthier in der Mitte und kleinere Nährthiere mit Geſchlechtsknospen an Stielen ſitzen, beſteht aus einem [illegible] mit Luftkammern, auf welchem ſchief [illegible]

steife Lamelle steht. Die Seeblase (Physalia utriculus, Fig. 2), das Kriegsschiff der Matrosen, in tropischen Meeren mit einer großen, einem Weinschlauche ähnlichen Luftblase ohne Schwimmglocken; endlich eine Doppelqualle (Praya diphyes, Fig. 1) mit zwei Colonialschwimmblasen am Ende und Gruppen mit Schwimmblasen und helmartigen Deckstücken an dem langen contractilen Stamme.

Ordnung der Quallen (Medusida).

Polypen festsitzend, Medusen schwimmend; erstere meist Stöcke bildend, letztere freie Einzelthiere.

Die Fortpflanzungsverhältnisse namentlich sind äußerst vielgestaltig in dieser Ordnung, und zwar kann man dieselben sich etwa in folgender Weise ordnen:

1) Gibt es eine Anzahl von Wesen, welche sich ohne Zwischengeneration direct in derselben Form fortpflanzen.

Bei einigen Medusen geschieht dies auf geschlechtlichem Wege. Die Eier entwickeln sich, erhalten einen Flimmerüberzug, schwärmen als Larven ein wenig umher, bilden den Schirm und die übrigen Organe aus und werden den Aeltern ähnliche Medusen.

Aehnliches geschieht bei manchen Polypenformen. Das mit einem Flimmerüberzuge ausgeschwärmte Ei (Planula) setzt sich fest, öffnet die Verdauungshöhle und läßt die Arme sprossen.

Die directe Fortpflanzung kann auch als Knospung vor sich gehen. An den Darmgefäßröhren der Qualle, sei es am Rande des Schirms (Taf. 33, Fig. 12: Sarsia prolifera), an den Radiärkanälen, an den Magen, den Kanälen des Magenstiels u. s. w., entstehen Knospen, welche anfänglich einer Beule gleichen. In derselben ist als Fortsetzung der Darmgefäßhöhle der Mutter eine Höhle, die sich zum Magen der Knospe umgestaltet. Diese öffnet sich durch Vorsprossung der Arme, Ausbildung des Schirms, und hängt schließlich nur noch mit der Spitze der Schirmwölbung an dem Mutterthiere fest, von dem sie sich loslöst. Die Knospe ist der Mutter ähnlich, nur in einem Falle hat man bisjetzt Knospen beobachtet, die der Mutter unähnlich sind.

Die Knospung bei den Polypen findet in derselben Weise statt, wie bei den Armpolypen, meist aber bleiben die gleichgestalteten Knospen sitzen, sodaß Stöcke gebildet werden.

In seltenen Fällen vermehren sich Quallen und Polypen durch Theilung.

2) Meistens pflanzen sich die Thiere in der Art fort, daß zwei Formen miteinander abwechseln; die Quallenform und die Polypenform. Wir geben, um diesen Wechsel verständlich zu machen, den Entwickelungsgang der in der Nord- und Ostsee häufigen Ohrenqualle (Aurelia aurita, Fig. 9).

Die Quallen sind getrennten Geschlechts, ihre Eier entwickeln sich in besondern Bruttaschen. Nachdem sie den Furchungsproceß durchlaufen haben, bilden sie sich zu einem ovalen infusorienartigen Wesen um, das an dem vordern dickern Ende eine seichte Grube besitzt und einen Ueberzug von Flimmerhaaren hat. In diesem Zustande verlassen die Jungen die Bruttaschen und schwimmen frei in dem Wasser umher, setzen sich aber nach einiger Zeit mit der bemerkten Grube fest und gehen nun weitere Veränderungen ein. Sie werden cylindrisch, das freie Ende wulstet sich auf und läßt bald in der Mitte die runde Mundöffnung erkennen. Später zeigen sich um diese Mundöffnung zwei, dann vier, dann acht kurze Fortsätze, sodaß das Thier etwa die Gestalt einer Kurbel hat, die mit ihrem freien gezahnten Ende ein Kammrad bewegt. Die Fortsätze wachsen allmählich zu langen Armen aus und nun ist das Thier ein vollkommener Armpolyp von großer Gefräßigkeit, der mit seinem stumpfen Ende festsitzt und sein Leben eine Zeit lang in diesem Zustande fortsetzt, um später durch Knospung wieder Ohrenquallen zu erzeugen. Diese Medusenzeugung geschieht aber gerade bei der Aurelia in der Art, daß sich am vordern Ende ein Segment quer abschnürt, dessen Rand sich einkerbt. Während hinter dem zuerst gebildeten Segmente ein zweites, drittes und so fort sich bildet, wächst das Ganze zusehends und stellt nun einen stets dicker werdenden Zapfen dar, der aus einer Menge von schüsselförmigen Scheiben besteht, deren Kerben in Fortsätze auswachsen und sich so schon als junge Medusen darstellen. Man hat diese Zapfe Strobila genannt. Sobald eine Meduse reif geworden ist, läßt sie sich los und schwimmt in noch nicht vollständig ausgebildeter Form als Qualle davon.

Bei einigen ähnlichen Gattungen, wo ebenfalls ein nackter, dem Süßwasserpolypen ähnlicher Polyp entsteht, sprossen die jungen Medusen nicht in der Achse des Polypenkörpers, sondern zur Seite hervor; die Polypen bleiben aber auch hier einfach; die entstehenden Medusen gehören den höhern Formen an.

In den meisten Fällen aber bilden die Polypen Colonien, die sich durch Sprossung festsitzender Knospen vergrößern und von Zeit zu Zeit Medusen ebenfalls durch Knospung hervorbringen, die aber dann zu den niedern Quallenformen angehören. Diese Polypen sind bald nackt, bald mit zarthäutigen Röhren umgeben, bald finden sich, wie bei der abgebildeten Art, dem Glockenpolypen (Campanularia dichotoma, Fig. 6), Becherzellen an den Aesten der Stämme, in welche die Thiere sich zurückziehen können. Bei den nackten oder röhrigen Polypen entstehen die Medusen als freie Knospen und Geschlechtsthiere; bei den Glockenpolypen werden häufig sogenannte Brutkapseln gebildet, d. h. verkümmerte Individuen ohne Darm, in welchen aber Eier oder Samen sich erzeugen und in denen auch die Quallen sich so weit entwickeln, daß sie als solche fortleben können.

Die Quallen selbst, die so ungemein zahlreich in Arten und Gattungen sind und in oft ungeheuren Massen im Meere sich finden, lassen sich bei weitem noch nicht alle auf ihre Polypenform zurückführen und müssen deshalb besonders behandelt werden.

Unterordnung der Lappenquallen (Acraspeda).

Der Rand des Schirms ist durch Einschnitte in Lappen getheilt. Die gefärbten Randkörper (Sinnesorgane) liegen unter den Lappen. Von der Mitte der untern Schirmfläche hängt ein Magenstiel herab, der die Verdauungshöhle enthält. Der Mund ist meist von armartigen Verlängerungen umgeben. Die Geschlechtstheile bilden meist lebhaft gefärbte Krausen, die in besondern Aushöhlungen (meist vier) zwischen den Mundarmen an der Unterfläche der Scheibe angebracht sind. Die Glocke zieht sich durch ringförmig angebrachte starke Muskelfasern zusammen. Sie entstehen meist aus Einzelpolypen; einige pflanzen sich ohne Zwischengeneration fort.

Man hat mehrere Familien unterschieden, auf die wir nicht näher eingehen können. Zu dieser Gruppe

einen [illegible] Fig. 11 und die Octocrallen (Alcyonaria, Taf. [illegible] Fig. 3 meist kürzig in mehreren Reihen ganz besonders Stellung nehmen die in diesen meist dünnen Sarcocrallen (Rhizoxenia Cornu, Taf. 12 Fig. 2) bei weitem von der im Stock enthaltenen Tiere meist verschiedene Kapsel einen [illegible] auf der Spitze der Arme mit vier feinen Fangfäden [illegible].

Untersuchung der Einzelthiere (Haplomorpha).

Der Mund der Glocke ist ganz, aber meist [illegible] Tentakeln und wie bei den folgenden mit [illegible] Nesselorganen eine Bedeutung und [illegible] besetzt. Am Rande der Glocke [illegible] über hervorragte, in der Mitte durchbrochene Membran, Velum. Geschlechtsorgane [illegible] den Radialkanälen oder dem Magen. Sie [illegible] nicht zu eine Zwischengeneration [illegible] zusammengesetzt.

Schwierig für Ihren ersten Anfänger ist in der Untersuchung [illegible] mit der feineren Untersuchung [illegible] Sie sind die kleinsten und [illegible] Glocke ist meist sehr klein und [illegible] Tentakeln sehr verschieden. Hier ist aus dem Zusammenhange der Radialkanäle (Gefäßsystem, Taf. 13, Fig. 10) die für durch den [illegible] Bewegung der Glocke angeführt, der an die ersten zum Theil Magenfach tritt, in dem ein [illegible] Verbindung [illegible] und von welchem [illegible] Kanäle längs des Stiels zur Scheibe gehen.

Untersuchung der Radiaten (Craspedota).

Nesselkörper stets farblos, meist unregelmäßig vertheilt, oft ganz fehlend. Velum nur [illegible] Geschlechtsorgane an den Radialkanälen, am Rande, am Magen. Häufige Knospung. Entwickeln sich alle mit Zwischengeneration aus meist geselligen Polypen und die Sexual- oder Medusenform derselben. Glocke meist sehr tief, becherförmig.

Sie haben eine der gewöhnlichsten Polypenformen, [illegible] Glockenrallen, Campanularia dichotoma. Taf. [illegible], Fig. 6). Unter den durch Knospung entstehenden Colonien hat man eine Menge von Gattungen und Familien unterschieden. Sie haben einige Arten ab; die erste (Sarsia prolifera, Fig. 12) zeichnet sich durch den langen verlängerten Magen aus, welcher wie ein Schwanz in der Glocke liegt, indem [illegible] den Umbrella, daß sie Knospen am Rande erzeugt; bei einer anderen ist im Gegentheil der Magen kurz, aber [illegible] mit den vier Gruppen der Genitalorgane besetzt (Bougainvillea britannica, Fig. 8); bei einer dritten liegen die Geschlechtsorgane im Gegentheil in den Radialkanälen, und zwar an deren Ende (Tiaropsis diademata, Fig. 11).

Klasse der Korallenthiere (Anthozoa).

Taf. 12, Figur 11 bis 13.)

Darmgefäßler mit differenzirtem Magensack, der durch Spalten mit der Ernährungshöhle communicirt. Die den Magensack umgebende Höhle durch strahlig gestellte Scheidewände, an welchen sich die Geschlechtsorgane entwickeln, in Kammern getheilt.

Die Korallenthiere bilden eine nach Bau einfachen Typus und in sehr übereinstimmenden Formen entwickelte Reihe, die sich durch den [illegible] Körper, der in der Form eines mehr [illegible] Schlauches [illegible] und an einem Pole [illegible] Scheibe, mit [illegible] Mundöffnung, welche auf [illegible] Tentakeln [illegible] Nesselorganen [illegible] Kanälen [illegible] Geschlechtsorgane [illegible] Kammern [illegible] Scheidewänden [illegible] Kanälen [illegible] Kalkgebilde [illegible] Kalkgerüste [illegible] Stock [illegible] Kelch [illegible] Kelchrand [illegible] Kelchhöhle [illegible] Kelchwand [illegible] Kelchboden [illegible] Kelchsaum [illegible] Kelchgrube [illegible] Kelchleiste [illegible] Kelchsäule [illegible] Kelchstiel [illegible] Kelchfuß [illegible] Kelchscheibe [illegible] Kelchkante [illegible] Kelchfläche [illegible] Kelchrinne [illegible] Kelchwulst [illegible] Kelchgrat [illegible] Kelchzacke [illegible] Kelchspitze [illegible] Kelchmündung [illegible] Kelchöffnung [illegible] Kelchrohr [illegible] Kelchröhre [illegible] Kelchkanal [illegible] Kelchgang [illegible] Kelchweg [illegible] Kelchpfad [illegible] Kelchstraße [illegible] Kelchgasse [illegible] Kelchplatz [illegible] Kelchfeld [illegible] Kelchgebiet [illegible] Kelchbezirk [illegible] Kelchkreis [illegible] Kelchring [illegible] Kelchgürtel [illegible] Kelchband [illegible] Kelchstreifen [illegible] Kelchbinde [illegible] Kelchschärpe [illegible] Kelchgurt [illegible] Kelchriemen [illegible] Kelchzügel [illegible] Kelchzaum [illegible] Kelchgebiß [illegible] Kelchgebiss [illegible] Kelchzahn [illegible] Kelchzähne [illegible] Kelchgebiss [illegible] Kelchgebiss [illegible] Kelchgebiss

neue aufgelegte Schichten in der Mitte, sodaß es anfangs eine kegelförmige Warze bildet, die nach und nach zu einem Stamme oder einem verästelten Baume auswächst. Auf diese Weise bildet sich das Fußblatt bei einigen Familien, wie namentlich bei dem echten Korall, zu einer innern Achse aus, die durchaus keine Zellen enthält und um welche herum die gemeinschaftliche Masse ergossen ist, in deren Zellen die einzelnen Polypen sitzen und welche von den gemeinschaftlichen Kanälen durchzogen ist. Diese Achsenstöcke wachsen stets wie alle Fußblätter durch Auflage neuer Schichten auf der den Polypen zugewandten Seite.

Die Bildung von Kalkzellen, in welchen die Polypen stecken, ist verwickelter. In manchen Fällen bilden sich keine zusammenhängenden Kalkmassen, sondern nur einzelne, meist warzig krystallinische Kalknadeln (Spicula), sodaß die verkalkende Haut, (Sklerenchym) unter dem Messer knirscht (Alcyonium). In den meisten Fällen aber schießen diese Kalkbildungen zusammen und stellen nun den Korallenstock vor, in dessen Kalkzellen, die aber von Haut überzogen sind, die Polypen sitzen und sich zurückziehen können. Von diesen Kalkzellen aus ziehen die von dem Entoderm der Polypen ausgekleideten Ernährungsröhren durch den Korallenstock.

Als äußere Schicht der einzelnen Polypenzellen kann man in den meisten Fällen ein Kalkblatt unterscheiden, welches das Resultat der Versteinerung der äußersten Hautschicht des Thiers ist. Meist bildet dieses Blatt eine kegelförmige Dute oder ein längeres Rohr, nur zuweilen, wie bei den Orgelkorallen, constituirt es für sich allein die röhrenförmige Zelle der Polypen. Man hat dieses Blatt, welches meistens an der Basis der Polypenstöcke und als Umhüllung der einzelnen Zellen sich bemerkbar macht, das Mauerblatt genannt. Durch Vereinigung und Verschmelzung der Mauerblätter auf ihrer äußern Seite und durch Verdickung ihrer Masse bildet sich jene Zwischensubstanz, welche besonders bei den schwammigen Polypenstöcken die einzelnen Zellen miteinander verbindet.

Schon in der Charakteristik der Thierklasse bemerkten wir, daß die innern Geschlechtstheile der Polypen in krausen, bandartigen Streifen angeordnet seien, welche stets eine strahlige Gruppirung um den Magensack und tiefer hinab darböten. Die Versteinerung dieser hautartigen Falten, welche in das Innere der Leibeshöhle hineinragen, bildet nun die Strahlen, die wir meist in den Zellen der Polypenstöcke erblicken. Es entwickeln sich diese Strahlen von außen nach innen, entsprechend den häutigen Falten und Geschlechtskrausen, welche bald weniger, bald mehr vorspringen. So sieht man denn in den Zellen der Polypenstöcke zuweilen nur kurze Blätterstrahlen, die den Rand der geräumigen Zellenhöhle zacken, während in den meisten Fällen wenigstens die Hauptstrahlen in der Mitte sich treffen und zu einer Säule zusammenschmelzen, die bald aus den gewundenen Blättern der einzelnen Strahlen, bald aus einer schwammigen Zusammenschmelzung derselben besteht. Zuweilen wächst die Säule, welche die Achse der Zelle einnimmt, sich verlängernd fort, während die Scheidewände oder Strahlen in ihrem Wachsthum zurückbleiben. Die Säule bildet dann ein mittleres unabhängiges Stäbchen im Centrum der strahligen Zelle. Meistens wachsen auch von der Säule aus den Strahlen correspondirende Blätter entgegen, welche eine innere Krone bilden, deren nach der Peripherie gewendete Zacken bald frei bleiben, bald sich mit den von der Mauer aus hereinwachsenden Strahlen verbinden. An den Stellen, wo die Strahlen oder diese Kronenblätter das äußere Mauerblatt erreichen, wird dieses oft durchbrochen, sodaß die Strahlen sich über die Umgebung der Zelle hinaus fortsetzen.

In Beziehung auf die Anordnung, Gruppirung und relative Ausbildung aller Theile, welche einen Polypenstock und dessen Zellen bilden helfen, herrscht eine sehr große Mannichfaltigkeit, auf die wir nicht näher eingehen können.

Von eigentlichen Bewegungsorganen kann bei den festsitzenden Polypen nicht wohl die Rede sein, und auch diejenigen freien Stöcke, welche im Sande oder im Schlamme stecken, und diejenigen, welche im Meere schwimmen, entbehren jeglichen differenzirten Bewegungsorgans. Nur die freien Einzelpolypen, wie die Seeanemonen, besitzen einen breiten, scheibenförmigen Fuß, mit welchem sie sich ansaugen und hin- und hergleiten können. Wohl aber besitzen die Polypen einestheils ein sehr ausgebildetes Fasergewebe, das ihre einzelnen Leibestheile zusammenzieht und andererseits einziehbare Tentakeln, welche eine große Bewegbarkeit besitzen. Bei allen Polypen ohne Ausnahme steht die Höhlung der Tentakeln in Verbindung mit der Leibeshöhle, und die Entfaltung scheint zum Theil dadurch bewirkt zu werden, daß von der Leibeshöhle aus Flüssigkeit in ihre Höhlung eingepreßt wird.

Obgleich die Polypen namentlich in den Fühlern eine große Empfindlichkeit zeigen, so ist es doch noch nicht gelungen, Nerven oder Sinnesorgane bei ihnen wahrzunehmen. Auch die Verdauungsorgane stehen auf einer sehr niedern Stufe der Entwickelung. Der runde, zuweilen auf einem Knopfe in der Mitte der Fühler angebrachte Mund führt in eine weite Magentasche, welche sich nach hinten frei durch offene Spalten in die Darmgefäßhöhle öffnet, sodaß Wasser und Nahrungsstoffe gemeinschaftlich durch diese hintern Oeffnungen in diese Höhle übergehen. Diese ist durch häutige Blätter, welche in dem untern Theile meist nach innen zu frei sind, oben sich an die Magenwandung ansetzen und auf ihrem freien gekrausten Rande die männlichen oder weiblichen Geschlechtsorgane tragen, in eine große Anzahl von Taschen oder Kammern zerfällt. Bei den gemeinschaftlich lebenden Polypen geht die Darmgefäßhöhle, in welcher der Nahrungssaft mit Wasser vermischt beständig hin- und hercirculirt, in ein Netz von Gefäßen über, welches sich in der gemeinschaftlichen Masse des Polypenstocks hinzieht und mit allen übrigen Polypen in directer Communication steht. Der Strom der Flüssigkeit, welcher durch diese Gefäße läuft, wird durch zarte flimmernde Wimpern bedingt und geht an der einen Seite der Fühler bis an deren Spitze, um auf der andern Seite wieder hinabzugleiten. Da die Polypen die Oeffnungen der Magenhöhle gegen die Darmgefäßhöhle hin nach Belieben durch Zusammenziehung schließen können, so hängt es auch von ihrem Willen ab, welche Stoffe sie in die Leibeshöhle übertreiben, welche durch den Mund wieder auswerfen wollen.

Von besondern Athmungs- und Kreislauforganen kann keine Rede sein.

Die Geschlechter sind meist getrennt; bei den stockbildenden Korallen kommen sowol eingeschlechtige Stöcke als auch solche vor, wo ein ganzer Stock männlich, ein anderer weiblich ist. Nur bei wenigen Arten kommen außer geschlechtlichen Polypen solche vor, die nur zur Ernährung bestimmt scheinen. Die Eier und Samen entwickeln sich in dem Ueberzuge der Scheidewände, treten dann in den Darmgefäßraum über und werden durch den Mund ausgeworfen. Die aus den hüllenlosen Eiern unmittelbar entstehenden Jungen sind meist höchst einfache Wesen, aus einem doppelschichtigen Zellenkörper zusammengesetzt, der überall mit Flimmer-

haaren besetzt ist und wie ein Infusorium im Wasser schwimmt. Diese Larvenform (Planula genannt) setzt sich später fest; der Mund bricht durch, die Tentakeln sprossen. Bei den meisten Actinien aber entwickelt sich das Junge im Darmgefäßraume bis zur Bildung einer gewissen Anzahl von Fühlern. Bei diesen ist aber auch noch besonders bemerkenswerth, daß die strahlige Kreisordnung der Fühler sich erst secundär aus einer bilateral-symmetrischen entwickelt.

Ungeschlechtliche Vermehrung findet durch Längstheilung und Knospung statt. Bei der erstern trennen sich die Individuen selten ganz; meist bleiben sie mehr oder minder vereinigt, zuweilen so, daß sie nur getrennte Mundöffnungen besitzen. Die Knospung ist stets eine äußerliche, nach sehr wechselnden Normen, nur selten durch Ausläufer oder Stolonen (Zoanthus), meist durch Knospen aus der Basis oder der Seitenwand der einzelnen Polypen. Je nach der mehr oder minder bestimmten Norm, in welcher die Knospen entstehen und mit dem Mutterthiere in Verbindung bleiben, bilden sich die verschiedenen Formen der Korallenstöcke aus, feder-, baum-, rosen-, schwammförmige u. s. w.

Alle Korallenthiere ohne Ausnahme leben im Meere und zwar die beweglichsten schwimmend (Arachnactis); andere mit ihrer Basis im Schlamme steckend, andere mit ihrem Fuße an dem Boden festgesogen, festgewachsen und unfähig, je den Ort zu ändern. Diese letztern geben besonders Veranlassung zu jenen Bildungen, welche in den südlichen Meeren unter dem Namen der Korallenriffe bekannt sind. In den nördlichen Breiten sind es hauptsächlich nackte und gelatinöse Polypen, Seeanemonen, welche die Klasse repräsentiren. In den Meeren der gemäßigten Zone findet man neben den nackten Polypen noch solche mit schwammigen Polypenstöcken, in welchen Kalknadeln zerstreut sind. Erst in dem Mittelmeere kommen wahre Korallenstöcke vor, die indeß nur rasenförmige Ausbreitungen bilden. Die eigentliche Zone der Korallenriffe beginnt am 30. Grade nördlicher Breite und hört fast gänzlich unterhalb des 25. Grades südlicher Breite auf, sodaß sie also eine Art Gürtel um die Erde bildet, der sich innerhalb einer Temperatur von 20 Grad Celsius hält. Felsboden begünstigt besonders ihre Entwickelung, während Schlamm und Sand ihnen hinderlich sind. In der genannten Ausdehnung aber sind ungeheuere Strecken von den Productionen der Polypen überdeckt, und wenn man die Geschichte der Erde näher untersucht, so findet man, daß früher die Korallenthiere und ihre Riffe eine weit größere Ausdehnung besaßen und daß mächtige Gebirgszüge zum großen Theil von ihnen auferbaut sind.

Man unterscheidet jetzt der Form nach drei verschiedene Arten von Korallenriffen. Die Atolls oder Lagunenriffe bestehen aus einem schmalen, mehr oder minder regelmäßig gekrümmten Streifen festen Landes, der einen innern See, eine Lagune umschließt und aus todten zerbröckelten Korallenmassen besteht, die durch Kalksand wieder verkittet und in einen fruchtbaren Boden verwandelt sind, welcher kaum über das Meeresniveau hervorragt und meist zuerst mit Kokospalmen sich bepflanzt. Zuweilen ist die Lagune in der Mitte eines solchen Atolls gänzlich abgeschlossen von der See, die außen brandet; meist aber zeigt sie einen oder mehrere Einschnitte, durch welche das Wasser der Lagune mit dem Meere in Verbindung steht. Die Tiefe der Lagunen ist meist nicht bedeutend, höchstens bis zu 40 Faden, und bietet einen sichern Ankergrund. Die Lagune selbst ist ein wahrer Sammelplatz von festsitzenden und schwimmenden Seethieren aller Art, welche sich hierher vor der Brandung und der Strömung des freien Meeres flüchten. Nach außen hin findet sich meist schon in geringer Entfernung von dem Riffe eine bedeutende Tiefe, sodaß dieses eine fast senkrecht aus der Tiefe aufsteigende Mauer bildet. Die Dammriffe unterscheiden sich nur dadurch von den Atolls, daß im Innern der Lagune sich eine Insel aus anstehenden Felsen und festem Lande befindet, welche, wie durch einen Festungsgraben, durch einen mehr oder minder breiten Lagunenkanal von dem wie ein Gürtel sie umgebenden Riffe getrennt ist. Dieser Lagunenkanal ist meist nur von geringer Tiefe, zuweilen aber von sehr bedeutender Breite, und die Dammriffe, welche gürtelförmig das Land umziehen und den Lagunenkanal von der See abscheiden, besitzen oft eine ungeheuere Ausdehnung. So hat das Dammriff, das sich an der Küste von Neucaledonien findet, eine Länge von 400 englischen Meilen, und dasjenige der australischen Küste erstreckt sich mit geringen Unterbrechungen durch etwa 15 Breitengrade. Endlich die dritte Art von Riffen wird durch die sogenannten Küstenriffe gebildet, welche sich nur dadurch von den Dammriffen unterscheiden, daß sich zwischen ihnen und dem festen Lande kein Lagunenkanal hinzieht, sondern daß sie sich unmittelbar an die Küsten anlehnen.

Die Nahrung besteht bei den größern Arten aus Thieren, die sie erhaschen; in den Aquarien aus Fleisch; bei den kleinern Arten aus kleinen thierischen und pflanzlichen Partikelchen, welche durch die Strömung ihnen zugeführt werden. Das Entfalten und Schließen ihrer Arme, wie überhaupt ihre ganzen Lebenserscheinungen, sind meist äußerst träge; doch bemerkt man deutlich Empfindlichkeit gegen das Licht und gegen Berührungen oder Wasserströmungen, welche plötzliches Zurückziehen in die Zelle verursachen. Die Korallenstöcke selbst dienen einer Unzahl von Muscheln, Schnecken, Würmern und Fischen zum Wohnort und Schlupfwinkel, und viele dieser Thiere nähren sich auch von den Polypen, indem sie dieselben mit ihren scharfen Zungen und Kiefern abkratzen oder auch die Zellen selbst zwischen den Zähnen zermalmen. Die Korallenstöcke werden zu Schmuck verarbeitet oder zu Kalk gebrannt und als Baumaterial benutzt.

Ordnung der Achtstrahler (Octactinia).

Acht gefiederte Tentakeln.

Unter der großen Anzahl von Familien heben wir nur einige hervor. Die Seefedern (Pennatulida) sind nicht angewachsen, sondern schwimmen oder stecken mit dem polypenlosen Ende des Stammes im Sand oder Schlamm. Bei der abgebildeten, im Mittelmeere nicht seltenen Art (Seegurke, Veretillum cynomorium, Taf. 32, Fig. 14) stehen die Polypen unregelmäßig auf dem halbweichen Stamm; bei andern, den Seefedern, in Reihen, bald im Kreise wie auf einer Dolde. Der Polypenstock ist biegsam. Bei den Rindenkorallen (Gorgonida) besteht ein festes Achsenskelet, bald hornig (Gorgonia), bald abwechselnd aus hornigen und kalkigen Gliedern zusammengesetzt (Isis), bald kalkig (Corallium). Die Rinde, in deren Zellen die Thiere stecken, enthält die gemeinsamen Kanäle und Höhlungen. Hierher gehört die Edelkoralle (Corallium rubrum) mit rothem, dichtem Achsenskelet aus Kalk, die als Schmuck verarbeitet wird. Wir bilden Fig. 12 einen ganzen Polypenstock, Fig. 13 einige Polypen vergrößert ab. Ihre Heimat ist das Mittelmeer, wo sie besonders an der afrikanischen Küste in Riffen und Spalten der Felsen wächst und mit eigenen Instru-

menten und Schleppnetzen abgerissen wird, was stets eine langwierige Operation ist, da sie sich bis in eine Tiefe von 700 Fußen anbaut und die größten Stöcke meist nur in dunkeln seitlichen Spalten der Felsen sich finden. Der Fang beschäftigt 2—300 kleine Schiffe, mit einem jährlichen Umschlag von etwa 2 Millionen Franken.

Zu derselben Ordnung gehören noch die **Seekerke** (Alcyonida) mit fleischigem Polypenstocke, in welchem Kalkspicula zerstreut sind, und die **Orgelkorallen** (Fubiporida) mit röhrenförmigen Zellen ohne Längsscheidewände.

Ordnung der Sechsstrahler (Hexactinia oder Zoantharia).

Sechs oder mehr Tentakeln, die meist einfach sind.

Eine Gruppe (Antipatharia) gleicht durchaus den Rindenkorallen. Die Achse ist hornig oder kiefelig. Eine zweite große Gruppe ist diejenige der **Seeanemonen** (Malacodermata oder Actinida) oder **Meernesseln**. In ausgedehntem Zustande bildet der Körper dieser Polypen stets einen auf beiden Seiten abgestutzten Cylinder von größerer oder geringerer Höhe. Die untere Fläche des Cylinders wird von einer Saugscheibe gebildet, womit sie sich so fest an Steine, Felsen, Muscheln festsaugen, daß es oft kaum möglich ist, sie ohne Zerreißung loszutrennen. Am besten gelingt dies noch durch das Unterschieben einer dünnen breiten Klinge. Sie kriechen langsam mittels ihrer Saugscheiben fort und halten sich besonders gern in geringer Tiefe auf. In solchen Meeren, welche bedeutende Ebbe und Flut haben, wohnen viele Arten vorzugsweise an der Grenze der letztern in Wassertümpeln, die auf den Felsen zurückbleiben. Die Fühler sind äußerst verschieden gestaltet und gestellt; bald in einer, bald in vielfachen Reihen, in einfachem Kreise oder auf einem fünflappigen ausstülpbaren Sterne. Bei den einen sind sie sehr lang, dünn und wurmförmig, bei andern kurz und dick, bei einigen verästelt und ausgezackt. Die Meernesseln sind äußerst gefräßige Thiere, welche von Muscheln, Schnecken und Krustenthieren leben, deren im Magen ausgesogene Schalen durch den Mund wieder ausgeworfen werden, was oft mit so vieler Energie geschieht, daß der ganze, weite, faltige Magensack aus dem Munde hervorgestülpt wird. Bei der Berührung ziehen sie sich mit großer Lebhaftigkeit zusammen uud speien das im Innern enthaltene Wasser durch den Mund oder durch eigene Oeffnungen an dem Grunde der Tentakel aus. Sie prangen meist in den lebhaftesten Farben, und besonders zeichnen sich die Fühler durch brennende Tinten aus. Sie haben ein äußerst zähes Leben und lassen sich jahrelang in Aquarien halten. Wir bilden eine Art mit zackigen Fühlern (Phyllactis praetexta, Taf. 32, Fig. 15), eine andere mit blumenblattähnlichen Tentakeln (Seeanemone, Actinoloba dianthus, Fig. 16) und eine Art mit runden Fühlern ab, die auch noch dadurch ausgezeichnet ist, daß ihr die Fußscheibe fehlt (Edwardsia callimorpha, Fig. 17).

Die zahlreichste Gruppe wird von den stockbildenden **Korallen** (Zoantharia sclerodermica) gebildet. Bei ihnen findet sich stets ein verkalktes Skelet mit mehr oder minder verkalkten Scheidewänden der Kammern; sie sind es, welche die Riffe bauen und durch die Erhaltung ihrer Korallenstöcke ein wesentliches Moment in der Geschichte der Erde darstellen. Man hat je nach der Bildung der Kelche mit oder ohne Querböden, äußere Poren oder ganze Umwallungen u. s. w. eine Menge von Familien unterschieden, auf die wir nicht weiter eingehen können. Wir bilden aus dieser großen Gruppe eine baumartig verästelte Form ab, die im Mittelmeere kleine Rasen bildet (Madrepora Dendrophyllia rama, Fig. 18), sowie eine andere aus der Südsee, die große Massen bildet und bei welcher durch unvollkommene Theilung der ursprünglichen Individuen die Zellen in mäandrisch verschlungene Gänge verschmolzen sind (**Windungskoralle**, Meandrina cerebriformis, Fig. 11).

Klasse der Schwämme (Poriferas. Spongiae)

(Tafel 33, Figur 32.)

Festsitzende Individuen oder Thierstöcke aus einfachen Zellgebilden bestehend, die ein aus Horn-, Kalk- oder Kieselsubstanz gebildetes, ursprünglich aus Fasern oder Nadeln bestehendes Skelet ausscheiden und ein System innerer Höhlen auskleiden, welche in einer Mündung zusammenstoßen.

Der lebenden Grundsubstanz wegen, welche jedenfalls einfach gebildet ist, wurden die Schwämme bisher den Urthieren oder selbst den Pflanzen zugezählt. In neuester Zeit hat Häckel sehr wahrscheinlich gemacht, daß sie den Darmgefäßlern zuzuzählen sind. Obgleich auch jetzt noch gewichtige Bedenken entgegenstehen, reihen wir sie diesen an.

Die ursprüngliche embryonale Form eines Schwammes besteht aus einem Wesen, dessen Körper aus zwei Zellenschichten, Ectoderm und Entoderm, zusammengesetzt ist und an einem Ende eine Oeffnung zeigt, die in eine innere Blindsackhöhle führt. Man hat sie als Grundform, von welcher noch andere Thierformen auszugehen, Gastrula genannt und die Oeffnung, welche wol morphologisch dem Munde entspricht, meist aber später die Function einer Auswurfsöffnung übernimmt, als Osculum bezeichnet. Die Gastrula, welche an ihrer Oberfläche Wimpern besitzt, setzt sich mit dem Pole, an welcher dem Osculum gegenübersteht, und nun bilden sich aus der Centralhöhle seitliche Kanäle, die nach außen geöffnet, mit Wimperbesatz ausgekleidet sind und durch welchen der Strom von außen nach innen geht. Die Kiesel- oder Hornnadeln des Skelets bilden sich hier aus und nun besteht ein solcher einfacher Schwamm aus einer Masse, auf deren Oberfläche eine Menge Oeffnungen (Poren) sich befinden, von welchen aus ein System verzweigter Röhren in eine Centralhöhle führt, die das Wasser mit den Nahrungsstoffen, die die Porenröhren erhält und im Strome durch das Osculum austreibt. Oft bleiben die Arten so einfach. Durch Knospung kann sich dieses einfache Individuum aber vervielfältigen, und diese Knospen treten in verschiedene Verhältnisse. Bald sind sie noch vereinzelte Individuen, die nur durch die Basis zusammenhängen, bald mehr oder minder verschmolzen, und bei den höchsten Graden der Verschmelzung sind die Centralhöhlen verschwunden und die ganze Colonie stellt eine ursprüngliche Masse dar, mit zerstreuten Osculis und vielen Porenöffnungen, die durch ein höchst complicirtes System von netzförmigen Kanälen zusammenhängen, wie bei der abgebildeten, stabförmigen Art von **Kieselschwamm** (Axinella polypoides, Taf. 33, Fig. 32).

Die Zellen, welche die Gewebe zusammensetzen, haben noch keine Zellhaut und sind oft so wenig fest miteinander verbunden, daß sie ähnlich wie die niedersten Urthiere durch Bildung von Fortsätzen sich bewegen und umherkriechen. Die Außenschicht (Ectoderm) bildet meist eine zusammengeflossene Masse von Bindegewebe ohne Abgrenzung der Zellen, welche die Zu-

nadeln überzieht, die höchst mannichfaltig durch
rm, Zusammensetzung zu complicirten Gebilden und
ubstanz sind, sodaß z. B. die elegantesten Spitzen-
webe dadurch nachgeahmt werden (Euplectella). In
r Innenschicht (Entoderm) erscheinen als besonders
rakteristisch Zellen mit langen Schwinghaaren (Geisel-
len), welche oft die Kanäle ganz auskleiden,
t nur in besondern Erweiterungen, Geiselkammern,
gehäuft sind. Die Innenzellen ernähren sich wie
möben, indem sie mit dem Wasserstrom eingeführte
ine Thierchen aufnehmen. Die Fortpflanzung ge-
ieht durch Eier- und Samenzellen, welche sich im
nnern der Gewebe bilden, sowie durch Keimkugeln
emmulae). Jedes Stück eines Schwammes kann
ieder zu einem neuen Schwamm auswachsen.

Man hat eine ziemliche Anzahl von Ordnungen (neun),
id in jeder derselben Familien unterschieden, auf
e wir nicht weiter eingehen können und wobei na-
entlich die Substanz (Fleischschwämme, Lederschwämme
ne Skelet, Hornschwämme, Kalkschwämme) oder bei
n Kieselschwämmen die Anordnung der Nadeln und
re Form maßgebend sind. Fast alle Schwämme le-
en im Meere; nur die Süßwasserschwämme (Spon-
illa) in Flüssen und Seen. Für die menschliche Oeko-
omie sind nur die Hornschwämme (Cerao spongiae)
on Bedeutung, welche die verschiedenen Arten von
adeschwämmen (Spongia officinalis) liefern. Die
ischerei nach solchen Badeschwämmen, die man durch
aucher, durch Netze oder selbst mit langen Dreizacken
ervorholt, wird besonders schwunghaft im Adriatischen
nd kleinasiatischen Meere, jetzt aber auch bei den An-
illen betrieben.

Kreis der Urthiere.

(Protozoa.)

Einfachste thierische Wesen ohne vollständig differenzirte Gewebe und Organe.

Eine allgemein passende Charakteristik dieser Wesen läßt sich kaum geben. Die niedersten sind nur belebte organische Materie ohne irgendwelche bestimmte Begrenzung der stets wechselnden Form, ohne Ausscheidung specieller Gewebe oder Organe, während bei den höchsten allerdings sich schon vielfache Differenzirungen unterscheiden lassen, die indessen nie so weit gehen, um ein besonderes Nervensystem, Sinnesorgane, Athemorgane, Geschlechtswerkzeuge u. s. w. zweifellos hinzustellen. Die Hauptmasse der Thiere, häufig sogar die einzige, besteht aus Sarkode, organischer, gleichförmiger Substanz, mehr oder weniger weich und flüssig oder zerfließend, in welcher durch Körnchen sich innere Strömungen erkennen lassen, während die äußere Form gewechselt wird. Bei den niedersten dieser Wesen muß man es völlig unentschieden lassen, ob man mit Pflanzen oder Thieren zu thun hat, und in ihnen den gemeinschaftlichen Boden erkennen, von welchem aus sich die beiden, in ihren weitern Stufen getrennten Reiche entwickelt haben. Bei den höhern Protozoen freilich, den Infusorien, kann man wieder im Zweifel sein, ob man sie nicht als niederste Entwickelungsstufe den Würmern anreihen soll, da hier offenbar bedeutende innere und äußere Differenzirungen stattfinden, wodurch Bewegungswerkzeuge, Verdauungs- und Geschlechtsorgane hergestellt werden. Der Uebergänge von den niedern zu höher ausgebildeten Formen sind aber so viele, daß es schwer hält, Scheidelinien zu ziehen.

Die meisten Urthiere sind mikroskopisch und fallen nur durch ungeheuere Massenanhäufung in das unbewaffnete Auge.

Klasse der Infusionsthierchen (Infusoria).

(Tafel 33, Figur 13, 14, 16 bis 21.)

Körper von definirter Form aus zwei Schichten zusammengesetzt. Bewegungsorgane Geisseln, Wimpern oder Borsten.

Die Körperoberfläche der meisten Infusorien besteht aus einer festern Schicht der weichen, gelatinösen, mit Körnchen durchwebten Substanz, aus welcher ihr ganzer Organismus aufgebaut ist, und die wir unter dem Namen Sarkode kennen gelernt haben. Manchmal ist diese Hautschicht auf dem größten Theile des Körperumfangs oder selbst vollständig nackt, in den meisten Fällen jedoch stehen darauf Wimperhaare entweder zerstreut oder in regelmäßigen Reihen, besonders aber in häufiger Anzahl in der Umgebung des Mundes entwickelt und nach dem Willen des Thiers bewegt. Sie dienen entweder als Schwimmorgane oder zum Erregen von Strudeln und Wirbeln im Wasser, wodurch kleine Körperchen mit fortgerissen und dem Infusionsthierchen zugeführt werden. Bei einigen Gattungen bilden sich diese Wimperhaare zu beweglichen Borsten, Griffeln und Haken aus, sodaß bei den höchst organisirten Thieren dieser Klasse ziemlich verschiedene Arten von Bewegungsorganen vorkommen können. Bei andern finden sich statt der Wimpern undulirende Membranen oder auch lange Geisseln, die peitschenförmig hin- und herbewegt werden können. Außerdem stehen in der Hautschicht oft noch glashelle Stäbchen, welche einen steifen Faden ausstoßen (Trichocysten) und den Nesselzellen ähnlich sind. Durch chemische Mittel läßt sich bei den meisten noch eine structurlose Oberhautschicht (Cuticula) ablösen, die aber in andern Fällen deutlicher wird und dann sich zu einem Panzer gestaltet. Dieser ist oft nur eine einfache Gallerthülse, die ein einziges oder viele Individuen gemeinschaftlich umfaßt, bald eine mehr oder minder hornige Kapsel, die auf Wasserpflanzen festsitzt und in welche sich das Thier ganz oder theilweise zurückziehen kann. Bei den frei beweglichen Infusorien hat der hornige oder lederartige Panzer die Gestalt eines Schildchens, welches den Rücken deckt und meist mehr oder minder biegsam ist, oder die einer geschlossenen Büchse, die vorn eine Oeffnung besitzt; eine einzige Familie hat kieselige und unverbrennliche Panzer.

Man hat noch bei keinem Infusorium eine abgesonderte Nervenmasse oder Sinnesorgane wahrnehmen können. Zwar entdeckt man bei vielen derselben, und am häufigsten bei den niedrigsten Formen, einen meist hochroth gefärbten Fleck, der mit großer Sicherheit für ein Auge angesprochen wurde. Bei einigen Arten findet man auch zwei oder drei solcher Flecke; vergebens aber hat man in der Nähe dieser Pigmentflecke nach einer Nervenmasse oder auch nach einem lichtbrechenden Körper gesucht, und die Entdeckung, daß viele Pflanzensporen, deren Keimen und Auswachsen in Wasserfäden man später ganz sicher beobachtete, ebenfalls solche augenartige rothe Flecken hatten, bewies zur Genüge, daß hier von einem Auge keine Rede sein könne. Im Gegentheil dürfte man aus dem Vorkommen eines röthlichen runden Flecks bei [illegible] Organismen von grüner Farbe eher auf die pflanzliche Natur schließen. Nichtsdestoweniger bemerkt man doch alle, auch die vollkommen augenlosen [illegible] wenigstens Licht und Dunkel sehr wohl [illegible] sie mit ihrer Körperoberfläche [illegible] Auswahl Nahrung einnehmen.

Die Aufnahme der Nahrung [illegible] verschiedener Weise statt. [illegible] behren gänzlich einer jeden [illegible] wodurch feste Stoffe [illegible]

Körpersubstanz ist indessen nicht so weich, wie bei den Rhizopoden, sodaß, wie bei diesen, durch Eindrücken in die Masse selbst die Aufnahme fremder Körper geschehen könnte. Die mundlosen Infusorien ernähren sich demnach nur durch Einsaugen flüssiger Stoffe in die gelatinöse Körpermasse. Oft sammeln sich diese Flüssigkeiten in blasenförmigen Räumen im Innern des Gewebes an, welche zwar später spurlos verschwinden, die man aber doch, einer verkehrten Ansicht zufolge, als ebenso viele Magenblasen betrachtet hat. — Diejenigen Infusorien, welche eine Mundöffnung besitzen, nähren sich besonders von festen Stoffen, mikroskopischen Thierchen und Pflanzen, die sie stets in der Nähe ihrer Wohnorte finden. Unschädliche aus dem Pflanzen- und Thierreiche entnommene Farbstoffe mit Karmin oder Indigo werden von den meisten Arten mit Leichtigkeit in großer Menge verschluckt, sodaß man nach einer solchen Mahlzeit die Farbstoffe im Innern des Körpers erblicken kann. Seit dem vorigen Jahrhundert schon hat man diese sinnreiche Fütterungsmethode der Infusorien benutzt, um über ihre innere Organisation Aufschlüsse zu erhalten. Der Mund der Infusorien befindet sich entweder am vordern Leibesende, wo er meist eine runde Oeffnung darstellt, oder auf der Bauchfläche mehr oder minder weit nach hinten gerückt in Gestalt einer ovalen oder selbst spiralig gewundenen Spalte. Er ist von wimpernden Lippen begrenzt, die in einzelnen Fällen selbst klappenartig verlängert sind und meist ein- und ausgestülpt werden können, sodaß der Mund oft nur im Acte des Fressens zur Anschauung kommt. Die Mundhöhle setzt sich trichterförmig nach innen fort und ist bei einigen wenigen Gattungen mit hornartigen Stäben bewaffnet, welche einen cylindrischen Korb, ganz ähnlich einer Fischreuße, bilden, der allerdings beim Fassen der Beute thätig ist. Im übrigen ist die Mundhöhle stets mit zarten Wimpern ausgekleidet, die sich auch durch den Schlund fortsetzen, der bald gerade, bald mehr oder minder gewunden in das weiche Parenchym des Körpers hineinragt. Kleine Nahrungspartikel werden durch den Strudel, den die Wimpern des Schlundes erregen, in eine rundliche Kugel zusammengeballt und diese Kugel zuletzt durch den Schlund in das nachgiebige Körpergewebe hineingepreßt. Starre Körper, wie namentlich Stücke mikroskopischer Pflanzen, werden sehr häufig in das Körpergewebe hineingetrieben und stecken dann an irgendeiner Stelle in der gallertartigen Substanz. Meist zeigt sich ein heller blasenartiger Hof um diese in das Körpergewebe hineingepreßten Nahrungsstoffe. Aufgenommene Flüssigkeiten bilden einen hellen blasenartigen Tropfen, und häufig gewahrt man, daß nahestehende Tropfen dieser Art ineinanderfließen; ein sicherer Beweis, daß sie nicht durch häutige Wände voneinander getrennt sind. Beim lebhaften Fressen von Infusorien, welche lange gehungert haben, erscheint der Körper oft ganz angefüllt mit solchen Nahrungskugeln, und wenn man Sorge trägt, verschiedene Farben nacheinander zu füttern, so sieht man leicht, daß die betreffenden Farbstoffe durchaus unregelmäßig und nicht in der Reihenfolge ihrer Aufnahme durch den Körper vertheilt sind. Neuerdings hat man bei einigen Arten Erscheinungen beobachtet, welche die innere Höhle des Körpers als eine wirklich begrenzte, aber sehr ausdehnbare Darmhöhle auffassen lassen. Die unverdauten Stoffe werden bei vielen Infusorien durch den Mund wieder ausgeworfen, bei andern durch eine Afterstelle hinausgepreßt, welche sich meist am hintern Theile des Körpers befindet.

In dem Körper aller Infusorien findet man bei genauerer Untersuchung einen oder mehrere helle Räume, welche sich abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen, aber keine eigenen Wandungen zu besitzen scheinen. Vielleicht dürfte die Anwesenheit dieser pulsirenden Räume ebenso wol wie Contractilität der äußern Leibeswandungen für einen Beweis der thierischen Natur eines Organismus gelten können. Meistens sind diese Räume rund und zuweilen in solcher Zahl vorhanden, daß sie in ein einziges langes Gefäß zusammenfließen. Bei manchen Gattungen erscheinen sie in Gestalt vielstrahliger, in gefäßartige Kanäle auslaufender Sterne, und bei den Zusammenziehungen verschwinden abwechselnd die Strahlen oder der Mittelraum. Obgleich diese Räume stets an bestimmten Stellen wiedererscheinen, so sind sie doch sicher wandungslos, da man bei heftigen Zusammenziehungen sowol einzelne Räume sich theilen, als auch im Beginn der Ausdehnung dieselben einzeln auftreten und später in eine große Blase zusammenfließen sieht. Jedenfalls sind diese blasenartigen Räume wenigstens dichte Stellen des Körpergewebes, an welchen sich die dasselbe durchdringende Flüssigkeit sammelt, um dann durch eine Zusammenziehung wieder in das schwammige Gewebe hinausgetrieben zu werden, sodaß also hierdurch eine erste, wenn auch höchst unvollkommene Spur eines Kreislaufs der Säfte hergestellt wird. Vielleicht auch haben diese contractilen Blasenräume eine feine Oeffnung nach außen, sodaß bei ihrer Zusammenziehen Flüssigkeit aus dem Körper hinausgepreßt, bei ihrer Ausdehnung Wasser von außen aufgenommen würde.

Die Fortpflanzung der Infusorien geschieht auf mannichfache Weise. Häufig findet sich als Einleitung dazu Cystenbildung. Das Thier kugelt sich zusammen, schwitzt eine glashelle Masse aus, die es als eine Kapsel umgibt, und geht nun in dieser Cyste einer weitern Ausbildung entgegen. Nicht minder oft findet sich aber auch die Cystenbildung zum Schutze vor äußern Unbilden, z. B. beim Eintrocknen des Wassers statt. Vielfältig hat man auch Conjugation als Einleitung beobachtet. Die Thiere legen sich zusammen mit gleichnamigen Theilen, z. B. Mund gegen Mund, und verschmelzen allmählich zu einem einzigen Individuum. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung, den bisher betrachteten niedern Thieren ähnlich, besteht aus Theilung, die in verschiedener Richtung, als Längs- und Quertheilung, zuweilen selbst in schiefer Richtung eintreten kann. Sodann durch äußere Knospung. In manchen Fällen bleiben die Knospen sitzen, sodaß Thierstöcke gebildet werden, wie z. B. Zoothamnium (Taf. II Fig. 18); in andern Fällen lösen sich die Knospen ab, wozu sie gemeiniglich besondere Wimperkränze erhalten, die später schwinden.

Noch nicht vollständig aufgeklärt ist eine Fortpflanzungsart, welche von vielen Beobachtern als eine geschlechtliche aufgefaßt wird. In den meisten Infusorien beobachtet man einen festern Kern (Nucleus) von kugeliger oder Scheibenform, oft aber auch sehr seltsam gestaltet, als gebogenes Band, Stab, Rosenkranz u. s. w. Dieser Kern ist meistens gelblich oder bräunlich, körnig und entwickelt in seinem Innern Keime, die sich schließlich zu Embryonen ausbilden, welche oft eine von der Mutterthiere sehr abweichende Gestalt haben. Zu diesem Ende wird der Kern entweder hohl, und entwickelt dann Kugeln oder Eier, die zu Sprößlingen auswachsen, wie dies z. B. bei der abgebildeten, mit Eiern und Sprößlingen vollgestopften Stylonichia (Fig. 13) der Fall ist, oder der Kern theilt sich selbst in Segmente, die zu Embryonen auswachsen. In vielen Infusorien findet sich nun noch außer dem Nucleus ein Nucleolus, d. h. ein kleinerer fester Körper, der dicke Wände hat

ad in einer innern Höhle stabförmige Gebilde oder
ıre Zeden erzeugt, die man um so eher für Sa-
ıentliere hält, als die Einleitung zur Eibildung eine
onjugation ist. Dieser Ansicht nach wäre der Nu-
eus Eierstock, der Nucleolus Hode; indessen sind
ei weitem noch nicht alle Zweifel gelöst, um so mehr,
ls der Nucleolus vielen Infusorien gänzlich abgeht.

Wir scheiden aus den Infusorien die Gärungs-
iere (Bacterium, Vibrio u. s. w.) sowie die Kugelthiere
Volvocina) als Pflanzen aus. Die nackten oder mit
iner Schale versehenen Monaden sind ebenfalls
erart gebildet, daß keiner ihrer Charaktere der Auf-
ıssung als Pflanzen widerspricht. Nur die Aender-
inge (Astasida), zu denen die oft in Massen vorkom-
ende Euglena viridis gehört, dürften durch die große
ontractilität ihres Körpers auf den Rang als Thiere
nspruch machen, während der Besitz einer Geisel,
ines rothen Augenpunktes sowol pflanzlichen als
hierischen Organismen zusteht und die Abscheidung
on Sauerstoff und Aufnahme von Kohlensäure für
flanzennatur sprechen würde.

Nimmt man diese Ausscheidungen an, so fällt die
rdnung der mundlosen Infusorien, welche man aus
en erwähnten zweifelhaften Organismen gemacht hat,
anz weg und man behält nur Infusorien mit Mund
nd Wimpern, deren verschiedene Stellung die Klassi-
ation bedingen mag.

Die Ordnung der Bauchwimperer (Hypotricha)
hließt nackte oder gepanzerte Thierchen ein, bei wel-
hen nur auf der Bauchseite, wo auch der Mund steht,
ch Wimpern befinden, zu denen sich Griffel, Borsten
nd Haken gesellen, mit welchen die Thiere in Massen
pringen oder umherlaufen. Wir bilden eine nackte
rt von der Bauchseite ab (Stylonychia mytilus,
Fig. 13), bei welcher der Körper fast mit Jungen verschie-
ener Ausbildung angefüllt ist, und eine gepanzerte
rt, deren Schildpanzer mit einem Stachel geziert ist
(Aspidisca turrita, Fig. 16), wie sie auf den Borsten
ıner Wasserpflanze umherspaziert.

Die Ganzwimperer (Holotricha) haben über den
anzen Körper fast gleichmäßige Wimpern, meist in
eihen gestellt und stets viel kürzer als der Körper.
Bei der abgebildeten Art (Prorodon griseus, Fig.
14) zeigt der schlitzartige Mund, der beim Schwimmen
meist nach hinten getragen wird, wie in der Figur,
ine aus harten Falten bestehende Kranse. Zu dieser
Abtheilung gehören auch die durch Parasitismus de-
gradirten Opalinen, welche durchaus keine Verdauungs-
rgane und am Hinterende eine undulirende Membran
haben. Die abgebildete Art (Opalina ranarum, Fig. 19) lebt im Darme des Frosches.

Die Doppelwimperer (Heterotricha) haben auch
Wimpern auf dem ganzen Körper und außerdem noch an
den Mund weit größere, oft bartähnliche Wimpern.
Die abgebildete Art ist sowol durch die Geisel als auch
durch den trichterförmigen Rachen ausgezeichnet. Trom
petenthierchen, Stentor polymorphus, Fig. 17.

Die Kreiswimperer (Peritricha) zeigen einen
nackten, wimperlosen Körper mit einem Wimperkreise
oder einer Spirale von Wimpern. Sie leben meist
fest (Glockenthierchen, Vorticellina, einige aber jeder
frei (Polypenläuse, Trichodinacea); die festsitzenden besitzen
einen Stiel, meist zusammenziehbar, seltener nur. Wir
bilden von einer Gattung, welche dendritische Ver-
zweigte Colonien bildet, deren Stiele durch Muskeln
durchzogen wird, zwei Einzelthiere an den zu gemein-
schaftlichen Zweigen sitzen (Zoothamnium arbuscula,
Fig. 18).

Die Geiselwimpern (Choanoflagellata) sind wen
im Meere lebende und dann lebend gebärende Thiere
mit starrem Kieselpanzer, der oft seltsam in Hörner
und Spitzen ausgezogen ist. Die Wimpern stehen in
einem Querschlitze des Panzers und aus dem Munde
ragt eine lange Geisel hervor. Die abgebildete Art
(Peridinium tripos, Fig. 20) lebt häufig in
der Nord- und Ostsee.

Als Anhang können wir hier der Leuchtthierchen
(Noctiluca) erwähnen, welche zu Millionen in der
Nordsee und dem Ocean vereinigt, häufig für sich
allein das Leuchten des Meerwassers bedingen. Die
Thiere bestehen aus einer etwas abgeplatteten Blase,
die von Sarkodesträngen in ähnlicher Weise erfüllt ist,
wie das Innere mancher Infusorien. Sie schwimmen
mittels einer dicken Geisel, an deren Basis eine Ver-
tiefung sich befindet, welche mit den Anfängen der
Sarkodestränge erfüllt ist. Hier wird die Nahrung in
ähnlicher Weise aufgenommen wie bei der folgenden
Klasse. Die abgebildete Art (Leuchtthierchen,
Noctiluca miliaris, Fig. 21) aus der Nordsee.

Wir erwähnen auch hier der Gregarinen, die wohl
ausgebildete Zellen mit Hülle, Inhalt und Kern darstellen, sich durch Theilung vermehren und nur als
Schmarotzer angetroffen werden.

Klasse der Wurzelfüßer (Rhizopoda).

(Tafel II, Figur 14, 22 bis 44.)

Die Körpersubstanz besteht wesentlich aus
Sarkode, die sich durch verästelnde, einziehbare, von Körnerströmungen durchsetzte
Fortsätze (Scheinfüße, Pseudopodien) bewegt und ernährt. Sie besitzen meist noch
Kerne und eine bestimmte Körperform.

Von differenzirten Organen zur Ausübung bestimmter Functionen ist keine Spur zu sehen. Sämmtliche Lebenserscheinungen gehören der Sarkode an, einer mehr oder minder festen Grundsubstanz, die grobe Neigung zur Bildung von Hohlräumen (Vacuolen) zeigt, mehr oder minder weich ist, häufig leicht zerfließt und in ihrer Masse meist Körnchen zeigt, welche in bestimmten Strömungen durch Zusammenziehungen der Masse in sich gehalten werden. Es zeigt sich Tendenz zu peripherischer Verdichtung, sodaß dann eine Rindenschicht von der innern flüssigen Masse unterschieden werden kann, doch ist diese Scheidung nicht durchgeführt und die Rindenschicht geht allmählich in die innere Substanz über. Bewegung und Ernährung wird vorzugsweise durch höchst veränderliche Fortsätze (Scheinfüße, Pseudopodien) besorgt, welche bald nur an bestimmten Stellen, bald an jeder Stelle der Körper hervortreten, mit innerer Kornströmung sich vergrößern, verästeln, zusammenfließen, bald keine Verbindung mehr [illegible] wieder zurückziehen und bald sehr fein [illegible] oder selbst [illegible] erscheinen [illegible] dieser Gestaltveränderungen [illegible] der Körper [illegible] wie es [illegible] stehende Kerne, und verschiedene Richtungen [illegible] Zeit wird auch [illegible] Sarkode [illegible] Grundform [illegible] der Art [illegible] [illegible] [illegible]

Bei den meisten hat man in der Sarkode zerstreute oder auch einzelne Kerne beobachtet; bei einigen auch pulsirende Hohlräume, in ähnlicher Weise gestaltet, wie bei den Infusorien. Die meisten bauen festere Gerüste, Schalen, Hüllen, Stacheln, deren Anordnung oft äußerst zierlich ist.

Fortpflanzung durch Theilung kommt bei den nackten Formen ganz allgemein, vielleicht auch bei manchen Schalenträgern vor; bei vielen hat man im Innern Kugeln von besonderer Färbung beobachtet, welche zur Fortpflanzung in Beziehung stehen mögen. Viele pflanzen sich auch, nach vorheriger Einkapselung, zuweilen auch ohne diese, durch sogenannte Schwärmsporen, ähnlich den niedersten Pflanzen, fort. Das ganze eingekapselte Thier zerfällt dann meist in einzelne zellenartige Körper, welche schließlich aus dem Innern hervorbrechen und mittels einer oder selbst mehrerer Geiseln im Wasser umherschwimmen, später aber die Geiseln verlieren und nun nur noch mittels Pseudopodien sich bewegen.

Alle sind mikroskopisch. Die meisten leben im Meere, andere im Süßwasser, höchst wenige in feuchter Erde, im Moor und Schlamm. Viele häufen sich in ungeheuern Massen an und bilden durch ihre Schalen ganze Schichten.

Unterklasse der Meerqualster (Radiolaria).

Bestimmte Körperform. Im Innern eine von Sarkode umgebene und theilweise ausgefüllte Centralkapsel.

Die Centralkapsel besteht aus einer festen, durchsichtigen Blase, in welcher kugelförmige, kernlose und durchsichtige Körper stets sich finden, zwischen welchen Sarkode angehäuft ist. Zuweilen finden sich in dieser netzartig gebildeten Sarkode Zellkerne, Fetttröpfchen, große Blasen mit Kernen, Zellen und Concretionen. Die Sarkode ist auch um die Centralkapsel herum ergossen und schickt von hier aus die Pseudopodien. Diese äußere Sarkode enthält auch gelbe, mit deutlicher Membran versehene Zellen, welche in Tochterzellen zerfallen können. Das Skelet besteht entweder aus einer durchsichtigen, knorpelharten, organischen Substanz oder aus Kieselerde. Es ist häufig aus Nadeln gebildet, die bald den Körper durchsetzen, bald nur an der Peripherie sich befinden und häufig in streng geometrischen Formen angeordnet sind. Sehr häufig finden sich auch gegitterte Schalen in Gestalt von Kugeln, Körben u. s. w., mit welchen die Nadeln und Stacheln in der verschiedensten Weise verbunden sind.

Radiolarien finden sich in allen Meeren, einige auch im Süßwasser; die erstern oft schwimmend oder am Meeresboden kriechend. Ihre Schalen bilden an einigen Orten, freilich nicht für sich allein, Schichten von feinem, mehlartigem Sande, sogenanntes Bergmehl, und sind manche fossile Lagerstätten aus den Tertiärzeiten bekannt (Santa-Fiora in Sicilien, Barbadoes, Nicobaren u. s. w.).

Man hat einkapselige (Monozoa) und mehrkapselige (Polyzoa) unterschieden. Die erstern stellen ein Einzelthier dar; sie haben die mannichfachsten Formen. Wir bilden eine Art aus dem Mittelmeere ab, bei welcher die Scheinfüße aus allen Poren der becherförmigen, mit einer neunzackigen Oeffnung versehenen Gitterschale hervortreten (Carpocanium diadema, Taf. 33, Fig. 26), sowie zwei Gitterschalen ohne lebende Substanz, die auch fossil gefunden werden und von welchen die eine nur einen Stachel am Ende und mehrere Einschnürungen der gegitterten Schale zeigt (Eucyrtidium galea, Fig. 28), während die andere starke, regelmäßig gestellte Strahlenstacheln mit großen Oeffnungen der kugelförmigen Gitterschale aufzuweisen hat (Leuchthierchen, Haliomma echinaster, Fig. 29).

Aus der weit weniger formenreichen Gruppe der mehrkapseligen Radiolarien bilden wir eine im Mittelmeer häufige, nackte Art ohne Skelet ab, bei welcher die Centralkugeln in Reihen gelagert sind, sodaß das Ganze einer durch Einschnürungen abgetheilten Wurst gleicht (Collozoum inerme, Fig. 27).

Unterklasse der eigentlichen Wurzelfüßer (Rhizopoda genuina).

Keine Centralkapsel; Körper nur aus Sarkode gebildet, aber meist mit Kernen und auch öfter mit pulsirenden Räumen. Keine Schwärmsporen.

Nur bei wenigen Formen ist die Rindenschicht fester und durchsichtiger, sonst ist sogar meist gar kein Unterschied zwischen der innern Masse und der äußern wahrzunehmen. Die Sarkode ist sonst ganz wie bei den vorigen gestaltet. Einige sind nackt; die meisten aber besitzen eine Schale, die, wenn sie anorganische Stoffe enthält, stets aus kohlensaurem Kalke gebildet ist. Feste Nadeln oder Stacheln in geometrischer Anordnung kommen niemals vor, dagegen mannichfache, von der Kugel ausgehende Gestalten bis zu schön gewundenen Gehäusen, die man früher sogar den Ammoniten ähnlich hielt. Diese Schalen sind bald einfach, bald aus mehrern zusammenmündenden Kammern gebildet, sodaß zusammengesetzte Thierstöcke entstehen (Polythalamia). Die Aneinanderreihung dieser Kammern geschieht in sehr verschiedener Weise, bald unregelmäßig, bald in der Längsachse, in Schneckenwindungen, auf zwei abwechselnden Reihen u. s. w. Die Wandungen der Schalen sind ebenfalls verschieden gebaut; bei der einen sind sie fest, ohne sichtbare Poren, die Scheinfüße treten dann durch eine gemeinsame Oeffnung aus; bei den andern sind sie siebartig durchlöchert, sodaß die feinen Pseudopodien durch diese Oeffnungen hervortreten können, woher dann auch diese schalentragenden Wesen Foraminiferen genannt wurden.

Die Rhizopoden, die theils im Süßwasser, besonders aber im Meere vorkommen, spielen eine bedeutende Rolle im Haushalte der Natur als wesentliche Factoren des im Meerwasser aufgelösten kohlensauren Kalkes. Sie haben ganze Gebirge aufgebaut durch massenhafte Anhäufungen, und thun dies noch. Man findet an vielen Stellen des Meeresgrundes eine Art Kreideschlamm von großer Mächtigkeit, welcher fast nur aus lebenden Rhizopoden, mit Moneren gemischt, gebildet ist und der beim Trocknen selbst durch die Art der Schalen, welche sich darin finden, als Kreide anerkannt werden muß.

Man kann nackte, einkammerige und vielkammerige unterscheiden. Da mehrere Tausende von Arten (fossile und lebende zusammengerechnet) bekannt sind, so darf es nicht wundern, daß man eine Menge von Familien unterschieden hat. Wir bilden von den vielkammerigen mit durchbohrter Schale eine Art ab (Rotalia veneta, durch einen Irrthum in einigen Exemplaren des Atlas als Miliola bezeichnet, Taf. 33, Fig. 23), welche die Pseudopodien aus den Poren der Schale ausgestreckt hat; eine zweite (Textularia picta, Fig. 24), bei welcher die an Breite wachsenden Kammern in zwei Reihen stehen, und endlich eine dritte mit unregelmäßig zusammengehäuften rundlichen Kammern,

die in der fossilen Kreide sowol als in der jetzt auf dem Meeresgrunde zwischen Europa und Nordamerika in einer Tiefe von 10000 Fuß sich bildenden Kreide besonders häufig ist (Globigerina bulloides, Fig. 23).

Von den im Süßwasser lebenden ungepanzerten und einsamen Formen bilden wir ebenfalls drei Typen ab, welche verschiedene Charaktere zeigen. Bei dem Sonnenthierchen (Actinophrys sol, Fig. 25) zeigt der ganze, deutlich in eine Rindenschicht und innere Masse getheilte Körper zellige Auftreibungen und lange, aber biegsame Stacheln. Hier finden sich äußere, pulsirende Räume (bei dem abgebildeten Exemplare ist einer rechts vorgetrieben); die Stacheln dienen zum Umstricken der Beute, die dann von ausgetriebenen Pseudopodien eingeschmolzen und in den Körper gezogen wird. Die zweite Gattung, Amoeba princeps (Fig. 30), deren Arten man fast in allen Gewässern findet, streckt nur wenige breite Scheinfüße aus, die aber an allen Körpergegenden vorgestreckt werden können, während die dritte Art, die nur selten vorkommt, Plagiophrys cylindrica (Fig. 15), die feinen Pseudopodien, die im Holzschnitte unrichtigerweise wie Haare dargestellt sind, nur an dem einen Körperende hervortreten läßt.

Klasse der Moneren (Monera).

(Tafel 33, Figur 31, 33 und 34.)

Körpergestalt unbestimmt, veränderlich; ohne Kerne und contractile Räume. Fortpflanzung durch Theilung oder Schwärmsporen.

Wesen, die auf der unbestimmten Grenze zwischen Thier und Pflanze stehen, nur aus Sarkode bestehen und deshalb auch von manchen Forschern als ein eigenes Zwischenreich, der Protisten, betrachtet werden. Einige, die im Meere schwimmen, strahlen noch vielfache Pseudopodien nach allen Richtungen aus (Protomyxa aurantiaca, Fig. 33). Bei diesen und verwandten Arten hat man auch ähnliche Vorgänge wie bei Infusorien gesehen (Conjungation, Einkapselung, Bildung von Schwärmsporen), was neben der Theilung eine andere Form der Fortpflanzung bildet. Dem weiter abgebildeten Wesen, Bathybius Haeckelii (Fig. 31), welches gewissermaßen als Urschleim, ohne bestimmte Gestalt, ohne Differenzirung innerer Theile, ohne Scheinfüße, an vielen Stellen den Meeresgrund in dicken Massen überzieht, haben viele Forscher das Leben abgesprochen, indem sie es für Sarkodemassen halten, hervorgegangen aus der Zersetzung von Rhizopoden und ähnlichen Geschöpfen; die Schleimpilze endlich (Myxomycetes), von denen wir eine Art abbilden (Trichia varia, Fig. 34), werden jetzt wol allgemein zu den Pflanzen gestellt, während ihr genauester Forscher sie noch ihrer innern Bildung und Fortpflanzung wegen den Thieren zurechnen wollte.

Botanik.

Bearbeitet

von

Dr. Moritz Willkomm,
Professor der Botanik an der Universität zu Prag.

Bei den meisten hat man in der Sarkode zerstreute oder auch einzelne Kerne beobachtet; bei einigen auch pulsirende Hohlräume, in ähnlicher Weise gestaltet, wie bei den Infusorien. Die meisten bauen festere Gerüste, Schalen, Hüllen, Stacheln, deren Anordnung oft äußerst zierlich ist.

Fortpflanzung durch Theilung kommt bei den nackten Formen ganz allgemein, vielleicht auch bei manchen Schalenträgern vor; bei vielen hat man im Innern Kugeln von besonderer Färbung beobachtet, welche zur Fortpflanzung in Beziehung stehen mögen. Viele pflanzen sich auch, nach vorheriger Einkapselung, zuweilen auch ohne diese, durch sogenannte Schwärmsporen, ähnlich den niedersten Pflanzen, fort. Das ganze eingekapselte Thier zerfällt dann meist in einzelne zellenartige Körper, welche schließlich aus dem Innern hervorbrechen und mittels einer oder selbst mehrerer Geiseln im Wasser umherschwimmen, später aber die Geiseln verlieren und nun nur noch mittels Pseudopodien sich bewegen.

Alle sind mikroskopisch. Die meisten leben im Meere, andere im Süßwasser, höchst wenige in feuchter Erde, im Moor und Schlamm. Viele häufen sich in ungeheuern Massen an und bilden durch ihre Schalen ganze Schichten.

Unterklasse der Meerqualster (Radiolaria).

Bestimmte Körperform. Im Innern eine von Sarkode umgebene und theilweise ausgefüllte Centralkapsel.

Die Centralkapsel besteht aus einer festen, durchsichtigen Blase, in welcher kugelförmige, kernlose und durchsichtige Körper stets sich finden, zwischen welchen Sarkode angehäuft ist. Zuweilen finden sich in dieser netzartig gebildeten Sarkode Zellkerne, Fetttröpfchen, große Blasen mit Kernen, Zellen und Concretionen. Die Sarkode ist auch um die Centralkapsel herum ergossen und schickt von hier aus die Pseudopodien. Diese äußere Sarkode enthält auch gelbe, mit deutlicher Membran versehene Zellen, welche in Tochterzellen zerfallen können. Das Skelet besteht entweder aus einer durchsichtigen, knorpelharten, organischen Substanz oder aus Kieselerde. Es ist häufig aus Nadeln gebildet, die bald den Körper durchsetzen, bald nur an der Peripherie sich befinden und häufig in streng geometrischen Formen angeordnet sind. Sehr häufig finden sich auch gegitterte Schalen in Gestalt von Kugeln, Körben u. s. w., mit welchen die Nadeln und Stacheln in der verschiedensten Weise verbunden sind.

Radiolarien finden sich in allen Meeren, einige auch im Süßwasser; die erstern oft schwimmend oder am Meeresboden kriechend. Ihre Schalen bilden an einigen Orten, freilich nicht für sich allein, Schichten von feinem, mehlartigem Sande, sogenanntes Bergmehl, und sind manche fossile Lagerstätten aus den Tertiärzeiten bekannt (Santa-Fiora in Sicilien, Barbadoes, Nicobaren u. s. w.).

Man hat einkapselige (Monozoa) und mehrkapselige (Polyzoa) unterschieden. Die erstern stellen ein Einzelthier dar; sie haben die mannichfachsten Formen. Wir bilden eine Art aus dem Mittelmeere ab, bei welcher die Scheinfüße aus allen Poren der becherförmigen, mit einer neunzackigen Oeffnung versehenen Gitterschale hervortreten (Carpocanium diadema, Taf. 33, Fig. 26), sowie zwei Gitterschalen ohne lebende Substanz, die auch fossil gefunden werden und von welchen die eine nur einen Stachel am Ende und mehrere Einschnürungen der gegitterten Schale zeigt (Eucyrtidium galea, Fig. 28), während die andere starke, regelmäßig gestellte Strahlenstacheln mit großen Oeffnungen der kugelförmigen Gitterschale aufzuweisen hat (Leuchtthierchen, Haliomma echinaster, Fig. 29).

Aus der weit weniger formenreichen Gruppe der mehrkapseligen Radiolarien bilden wir eine im Mittelmeer häufige, nackte Art ohne Skelet ab, bei welcher die Centralkugeln in Reihen gelagert sind, sodaß das Ganze einer durch Einschnürungen abgetheilten Wurst gleicht (Collozoum inerme, Fig. 27).

Unterklasse der eigentlichen Wurzelfüßer (Rhizopoda genuina).

Keine Centralkapsel; Körper nur aus Sarkode gebildet, aber meist mit Kernen und auch öfter mit pulsirenden Räumen. Keine Schwärmsporen.

Nur bei wenigen Formen ist die Rindenschicht fester und durchsichtiger, sonst ist sogar meist gar kein Unterschied zwischen der innern Masse und der äußern wahrzunehmen. Die Sarkode ist sonst ganz wie bei den vorigen gestaltet. Einige sind nackt; die meisten aber besitzen eine Schale, die, wenn sie anorganische Stoffe enthält, stets aus kohlensaurem Kalke gebildet ist. Feste Nadeln oder Stacheln in geometrischer Anordnung kommen niemals vor, dagegen mannichfach von der Kugel ausgehende Gestalten bis zu schön gewundenen Gehäusen, die man früher sogar den Ammoniten ähnlich hielt. Diese Schalen sind bald einfach, bald aus mehrern zusammenmündenden Kammern gebildet, sodaß zusammengesetzte Thierstöcke entstehen (Polythalamia). Die Aneinanderreihung dieser Kammern geschieht in sehr verschiedener Weise, bald unregelmäßig, bald in der Längsachse, in Schneckenwindungen, auf zwei abwechselnden Reihen u. s. w. Die Wandungen der Schalen sind ebenfalls verschieden gebaut; bei der einen sind sie fest, ohne sichtbare Poren, die Scheinfüße treten dann durch eine gemeinsame Oeffnung aus; bei den andern sind sie siebartig durchlöchert, sodaß die feinen Pseudopodien durch diese Oeffnungen hervortreten können, woher dann auch diese schalentragenden Wesen Foraminiferen genannt wurden.

Die Rhizopoden, die theils im Süßwasser, besonders aber im Meere vorkommen, spielen eine bedeutende Rolle im Haushalte der Natur als wesentliche Faktoren des im Meerwasser aufgelösten kohlensauren Kalkes. Sie haben ganze Gebirge aufgebaut durch massenhafte Anhäufungen, und thun dies noch. Man findet an vielen Stellen des Meeresgrundes eine Art Kreideschlamm von großer Mächtigkeit, welcher fast nur aus lebenden Rhizopoden, mit Moneren gemischt, gebildet ist und der beim Trocknen selbst durch die Art der Schalen, welche sich darin finden, als Kreide anerkannt werden muß.

Man kann nackte, einkammerige und vielkammerige unterscheiden. Da mehrere Tausende von Arten (fossile und lebende zusammengerechnet) bekannt sind, so darf es nicht wundern, daß man eine Menge von Familien unterschieden hat. Wir bilden von den vielkammerigen mit durchbohrter Schale eine Art ab (Rotalia veneta, durch einen Irrthum in einigen Exemplaren des Atlas als Miliola bezeichnet, Taf. 33, Fig. 25), welche die Pseudopodien aus den Poren der Schale ausgestreckt hat; eine zweite (Textularia picta, Fig. 24), bei welcher die an Breite wachsenden Kammern in zwei Reihen stehen, und endlich eine dritte mit unregelmäßig zusammengehäuften rundlichen Kammern.

ie in der fossilen Kreide sowol als in der jetzt auf dem Meeresgrunde zwischen Europa und Nordamerika in iner Tiefe von 10000 Fuß sich bildenden Kreide be- onders häufig ist (Globigerina bulloides, Fig. 23).

Von den im Süßwasser lebenden ungepanzerten und infamen Formen bilden wir ebenfalls drei Typen ab, elche verschiedene Charaktere zeigen. Bei dem Son- enthierchen (Actinophrys sol, Fig. 25) zeigt der anze, deutlich in eine Rindenschicht und innere Masse etheilte Körper zellige Auftreibungen und lange, aber iegsame Stacheln. Hier finden sich äußere, pulsirende äume (bei dem abgebildeten Exemplare ist einer rechts orgetrieben); die Stacheln dienen zum Umstricken der eute, die dann von ausgetriebenen Pseudopodien ingeschmolzen und in den Körper gezogen wird. Die weite Gattung, Amoeba princeps (Fig. 30), eren Arten man fast in allen Gewässern findet, streckt ur wenige breite Scheinfüße aus, die aber an allen örpergegenden vorgestreckt werden können, während ie dritte Art, die nur selten vorkommt, Plagio- hrys cylindrica (Fig. 15), die feinen Pseudopodien, ie im Holzschnitte unrichtigerweise wie Haare darge- tellt sind, nur an dem einen Körperende hervortreten läßt.

Klasse der Moneren (Monera).

(Tafel 33, Figur 31, 33 und 34.)

Körpergestalt unbestimmt, veränderlich; ohne Kerne und contractile Räume. Fortpflanzung durch Theilung oder Schwärmsporen.

Wesen, die auf der unbestimmten Grenze zwischen Thier und Pflanze stehen, nur aus Sarkode bestehen und deshalb auch von manchen Forschern als ein eigenes Zwischenreich, der Protisten, betrachtet werden. Einige, die im Meere schwimmen, strahlen noch vielfache Pseudopodien nach allen Richtungen aus (Protomyxa aurantiaca, Fig. 33). Bei diesen und verwandten Arten hat man auch ähnliche Vorgänge wie bei Infusorien gesehen (Conjungation, Einkapselung, Bildung von Schwärmsporen), was neben der Theilung eine andere Form der Fortpflanzung bildet. Dem weiter abgebildeten Wesen, Bathybius Haeckelii (Fig. 31), welches gewissermaßen als Urschleim, ohne bestimmte Gestalt, ohne Differenzirung innerer Theile, ohne Scheinfüße, an vielen Stellen den Meeresgrund in dicken Massen überzieht, haben viele Forscher das Leben abgesprochen, indem sie es für Sarkodemassen halten, hervorgegangen aus der Zersetzung von Rhizopoden und ähnlichen Geschöpfen; die Schleimpilze endlich (Myxomycela), von denen wir eine Art abbilden (Trichia varia, Fig. 34), werden jetzt wol allgemein zu den Pflanzen gestellt, während ihr genauester Forscher sie noch ihrer innern Bildung und Fortpflanzung wegen den Thieren zurechnen wollte.

Botanik.

Bearbeitet

von

Dr. Moritz Willkomm,
Professor der Botanik an der Universität zu Prag.

Inhalt

Seite

Einleitung 3
Erster Theil. Anatomie, Morphologie und Physiologie der Pflanzen oder allgemeine Botanik. (Tafel 1—4.) . . . 3
I. Die Zellen und Zellgewebe 3
II. Bau und Gestaltung des Pflanzenkörpers und seiner Glieder 8
III. Lebenserscheinungen der Pflanzen 14
Zweiter Theil. Systematik und Pflanzengeographie oder specielle Botanik. (Tafel 5—31.) 16
I. Eintheilung der Pflanzen. Pflanzensysteme. 16
II. Schilderung der wichtigern Ordnungen und Familien des Pflanzenreichs 19
Erste Klasse. Pilzartige Sporenpflanzen (Myceliatae) 19
Zweite Klasse. Algenähnliche Sporengewächse (Phycoideae) 23
Dritte Klasse. Mit geschlechtslosem Vorkeime versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta proembryonata) . . . 25
Vierte Klasse. Mit Geschlechtsorgane tragendem Vorkeim versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta prothallionata) 2
Fünfte Klasse. Scheinfrüchtige Samenpflanzen ohne Kotyledonen (Nothocarpae acotyledoneae) 3
Sechste Klasse. Scheinfrüchtige Samenpflanzen mit Kotyledonen (Nothocarpae cotyledoneae) 3
Siebente Klasse. Samenpflanzen mit echten Früchten und einsamenlappigem Keime (Teleocarpae monocotyledoneae). 3
Achte Klasse. Samenpflanzen mit echten Früchten und zweisamenlappigem Keime (Teleocarpae dicotyledoneae) . . 4
III. Pflanzengeographie 7
Schlüssel der Klassen des Linné'schen Sexualsystems 2

Einleitung.

ie Botanik oder Pflanzenkunde ist derjenige l der Naturwissenschaft, welcher, wie Linné sich einer „Philosophia botanica" (1751) sehr richtig rückt, die „Erkenntniß" (cognitio) der Gewächse Gegenstande der Forschung hat. Unter Erkenntniß s Naturkörpers verstehen wir aber in der gegen- igen Zeit nicht blos die „Kenntniß" von dessen rn Gestaltsverhältnissen, sondern auch, ja vorzugs- e, die Kunde der Gesetze, welche seiner Entstehung Bildung zu Grunde liegen, und ist es ein lebender rkörper, zugleich die Kunde von dessen innerm , Wachsthumsweise, Fortpflanzung und Tod. So efaßt hat die Botanik eine sehr vielseitige Aufgabe rfüllen. Sie hat sich nämlich zu beschäftigen: mit den Baustoffen, mit dem innern Baue und der Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkörpers anzlichen Organismus) und aller seiner Glieder atomie und Morphologie der Pflanzen); 2) mit den ensерscheinungen der Pflanzen und den Gesetzen, h welche dieselben bedingt werden (Physiologie der nzen); 3) mit der Beschreibung, Benennung, Unter- dung und Anordnung (Klassifikation) der zahlreichen nzenformen (Arten oder Species), aus denen die nzendecke der Erde in der Gegenwart zusammen- t ist und in der Vergangenheit („vorweltlicher" y zusammengesetzt war (beschreibende oder de- ive und systematische Botanik); 4) mit der geo- hischen Verbreitung und Vertheilung der Pflanzen- auf der Erde (Pflanzengeographie); endlich it der Geschichte (dem Ursprung) der Pflanzen- und der gesammten Vegetation der Erde und der fortschreitenden Entwickelung der Pflanzenwelt deren ersten Anfängen bis auf die Gegenwart hichte der Pflanzen und paläontologische Botanik). Anatomie, Morphologie und Physiologie pflegen nen als allgemeine, die übrigen Disciplinen esondere oder specielle Botanik bezeichnet zu n. Endlich theilt man die Botanik auch ein in e oder wissenschaftliche und in angewandte praktische. Letztere hat es blos mit den Nutz- zen und denjenigen Gewächsen zu thun, welche Menschen und den Nutzthieren Schaden zu bringen gen.

Erster Theil.

atomie, Morphologie und Physiologie der Pflanzen oder allgemeine Botanik.

(Tafel 1—4.)

I. Die Zellen und Zellgewebe.

trachtet man irgendeinen zarten, membranösen zentheil, z. B. ein recht dünnes Blumenblatt, inen recht dünnen Abschnitt eines Apfels u. s. w. dem Mikroskop, so wird man finden, daß der bloßen Auge als eine gleichartig dichte Masse nende Pflanzentheil aus einer Menge kleiner äume von bestimmter aber sehr verschiedener Form mengesetzt ist (z. B. Taf. 2, Fig. 24). Diese Hohlräume nennt man Zellen und betrachtet sie, da alle Theile (Glieder) der Pflanze, z. B. Wurzeln, Stamm, Blätter u. s. w. aus solchen Zellen zusammengesetzt sind, als die Grund- oder Elementarorgane der Pflanzen. Die meisten Pflanzen bestehen aus vielen Tausenden, ja Millionen oder Milliarden von Zellen (z. B. ein Baum); es gibt aber auch Gewächse, welche nur aus verhältnißmäßig wenigen Zellen zusammengesetzt sind (z. B. die Fadenalgen und Schimmelpilze, deren Körper blos eine einfache oder verzweigte Reihe von Zellen ist, s. Taf. 5, Fig. 2), oder gar aus einer einzigen Zelle bestehen, z. B. die mikroskopisch kleinen Diatomeen (Taf. 7, Fig. 2). Einzelne, isolirte Zellen kommen aber auch bei den vollkommenern Pflanzen vor. So besteht der Blütenstaub (Pollen) der weitaus meisten Pflanzen aus isolirten Zellen (Pollenkörnern). In allen diesen Fällen tritt die Zelle als Individuum auf. Aber selbst in den aus zahllosen miteinander verbundenen Zellen, sogenanntem Zellgewebe, zusammengesetzten Pflanzentheilen läßt jede einzelne Zelle ein individuelles Leben erkennen, weshalb man jeden solchen Pflanzentheil und folglich auch jede vielzellige Pflanze als aus zahllosen Individuen zusammengesetzt ansehen kann: eine Anschauungsweise, welche auch deshalb gerechtfertigt erscheint, weil jede Pflanze bei ihrer ersten Entstehung aus einer einzigen Zelle (der Eizelle) hervorgeht.

Die überwiegende Mehrzahl der Pflanzenzellen zeigt schon im jugendlichen Zustande einen concentrisch-schaligen Bau. Eine solche Zelle besteht nämlich in der Richtung von außen nach innen: 1) aus einer festen dehnbaren Haut (Zellhaut, Zellmembran, Zellwand), 2) aus einem der Innenfläche dieser Haut dicht anliegenden weichen, schleimig-gallertartigen Sacke (Protoplasmasack, Primordialschlauch), 3) aus einem in diesem Sacke eingeschlossenen linsenförmigen Körper (Zellkern, Cytoblast), und 4) aus einer wässerigen und wasserhellen, ebenfalls vom Protoplasmasack umschlossenen Flüssigkeit (Zellsaft). Die Substanz der Zellhaut ist Cellulose, eine nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzte chemische Verbindung, diejenige des innern weichen Sackes und des Zellkernes Protoplasma, d. h. ein Gemenge verschiedener Stoffe, unter denen jedoch stets Proteïn- oder Eiweißstoffe eine hervorragende Rolle spielen und deshalb immer stickstoffhaltig; dagegen besteht der Zellsaft aus Wasser und darin gelösten organischen und unorganischen Substanzen. Dieser fehlt anfangs ganz; die jugendliche Zelle erscheint als ein solider, von einer äußerst zarten Cellulosemembran umkleideter Protoplasmaklumpen, in dessen Centrum der Zellkern eingebettet liegt (Taf. 1, Fig. 1: fünf Zellen aus einer ganz jungen Wurzel der Kaiserkrone, stark vergrößert). In dem Maße, als sich die Zelle vergrößert, bildet sich im Protoplasma der Zellsaft aus (zunächst in Form heller Tropfen, die später zusammenfließen, Fig. 2), durch den zuletzt der Protoplasmakörper in den bereits erwähnten Protoplasmasack verwandelt wird. Der Zellkern zieht sich dann gewöhnlich in die Masse des Protoplasma zurück; er wird „wand-

ständig". Infolge dessen beginnt nun wieder, wahrscheinlich in allen Zellen, ein Strömen des Protoplasma. Die aus leicht verschiebbaren, von Wasserhüllen umgebenen Theilchen (Moleculen) bestehende Masse des Protoplasma beginnt nämlich eine Bewegung zu zeigen, indem von dem Protoplasmasacke aus stärkere und schwächere Stränge oder Fäden entspringen, welche den mit Zellsaft erfüllten Hohlraum der Zelle in allen möglichen Richtungen durchziehen, sich bald miteinander verbinden (anastomosiren), bald wieder voneinander trennen und deren feinkörnige Masse in Bewegung erscheint (Fig. 3: eine Zelle aus einem jungen Haare der Kürbispflanze). Seltener als diese „anastomosirende" Strömung des Protoplasma kommt die „rotirende" vor, wo ein unzertheilter Protoplasmastrom unaufhörlich in einer und derselben Richtung der Innenwand der Zelle entlang sich bewegt (bisjetzt nur in Zellen gewisser Wasserpflanzen beobachtet). Der Zweck der Protoplasmaströmung ist noch unbekannt, ihre Ursache noch nicht genügend erforscht. — Der Protoplasmakörper (später Protoplasmasack) ist, da nur protoplasmahaltige Zellen neue Zellen zu erzeugen und Pflanzenstoffe aus anorganischen Substanzen zu bilden vermögen, der wichtigere Bestandtheil der Zelle; von ihm wird auch die Cellulosemembran erzeugt, indem deren Substanz im Protoplasma in Form von überaus kleinen Moleculen sich bildet, welche aus der Oberfläche des Protoplasmakörpers hervortreten und sich aneinanderlegend zu einer festen Membran werden. Auch der Zellsaft scheidet sich aus dem Protoplasma aus, desgleichen entsteht in ihm durch Ansammlung gewisser Theilchen an einem bestimmten Punkte der Zellkern. Der Protoplasmakörper muß also bei der Entstehung einer Zelle zuerst vorhanden sein, und das ist in der That der Fall. Deshalb ist seiner Substanz auch der Name „Protoplasma", d. h. Urbildungsstoff, gegeben worden.

Jede jugendliche Zelle hat das Bestreben, sich zu vergrößern, zu wachsen. Die Ausdehnung der Zellwand erfolgt durch Einlagerung neuer vom Protoplasma ausgeschiedener Cellulosemolecule zwischen die bereits vorhandenen. Je nachdem die Zellenmembran sich an allen Punkten gleichmäßig ausdehnt oder ihre Ausdehnung nur in einer oder zwei Richtungen oder ganz unregelmäßig geschieht, wird auch die Form der Zelle sehr wesentlich verändert, oft so bedeutend, daß die ausgewachsene Zelle der jugendlichen nicht im geringsten gleicht. So entstehen durch die Verschiedenartigkeit der Ausdehnung kugelige, ellipsoidische (Fig. 4, 5), sternförmige (Fig. 13, aus dem Mark einer Simse), unregelmäßig verzweigte (Fig. 11, 12, aus der Rinde des Lärchenbaums), spindelförmige (Fig. 9, Bastzelle aus der Lärchenrinde) und andere Zellenformen. Aber auch durch den gegenseitigen Druck, welchen benachbarte Zellen bei ihrer Vergrößerung aufeinander ausüben müssen, wird die Form der Zelle vielfach abgeändert. Durch solchen entstehen polyedrische von rhombischen oder trapezoidischen Flächen begrenzte Formen (Fig. 6), oder mehrflächige Prismen, oder die Form der Bienenzelle (Fig. 7), oder langgestreckte kantige Röhren mit zugespitzten oder schief abgestutzten Enden (Fig. 8). Zellen von der Form der Fig. 6 und 7 oder diesen ähnliche nennt man parenchymatische (aus solchen Zellen zusammengesetztes Gewebe Parenchym), Zellen von der Form von Fig. 8 prosenchymatische (aus solchen bestehendes Gewebe Prosenchym), während man kugelige, ellipsoidische und andere mit gebogenen Flächen ausgebildete Zellen, die sich in geschlossenen Geweben nur stellenweise berühren können, als merenchymatische (aus solchen gebildetes Gewebe als Merenchym) zu bezeichnen pflegt. Zum Merenchym rechnet man auch aus ganz unregelmäßigen Zellen bestehendes Gewebe, z. B. das sogenannte sternförmige (Fig. 14). Spindelförmige Zellen (Fig.) sind auch pleurenchymatische, und bündelförmige Vereinigungen solcher (z. B. im Baste vieler Pflanzen) Pleurenchym genannt worden.

Während die wachsende Zelle ihre Haut ausdehnt, verdickt sie zugleich dieselbe durch Ein- und Auflagerung von Cellulosemoleculen. Nur selten erfolgt diese Verdickung gleichmäßig, gewöhnlich geschieht sie ungleichmäßig, ja sehr häufig nur an einzelnen Punkten oder in der Richtung von Schraubenlinien. So entstehen Zellen, deren Innenfläche mit erhabenen Ringen, Leisten, Bändern besetzt erscheint (Fig. 23), oder deren Wand von außen unter dem Mikroskop wie von runden Löchern oder von queren Spalten durchbrochen aussieht (Fig. 22, 24, 26). Zellen der letzteren Art nennt man getüpfelte (früher, wo man ihre Wand für durchlöchert hielt, poröse) und, wenn die Tüpfel, d. h. die unverdickt gebliebenen Stellen, sehr klein sind, punktirte, während Zellen mit leisten- oder bandförmiger Verdickung je nach deren Gestaltung als Ring-, Spiral- und Netzfaserzellen bezeichnet werden. Eine sehr eigenthümliche Verdickungsart findet bei den Zellen mit behöften Tüpfeln (Fig. 25, 27), bei den Gitterzellen (Fig. 21) und den Siebröhren (Fig. 20) statt. Erstere erscheinen von der Fläche gesehen bei starker Vergrößerung mit runden, hellen Tüpfeln bestreut, welche von einer oder wol auch von zwei concentrischen Kreislinien (Höfen) umgeben sind. Diese behöften Tüpfel entstehen dadurch, daß, wie man nur auf einen durch die Tüpfel geführten Querschnitt der Zellwand sehen kann, in der zwei aneinanderliegenden Zellen sich kleine linsenförmige Hohlräume (Tüpfelräume) befinden, deren mittlere durchsichtige Zellwand hindurchschimmernder Kanäle eine den Tüpfel, d. h. die unverdickt gebliebene Stelle, umgebende Kreislinie erscheint (Fig. 19, oberes). Seltener als runde kommen spaltenförmige Tüpfel vor (Fig. 27). Die Gitterzellen und Siebröhren sind dadurch ausgezeichnet, daß die Verdickungsmasse ihrer Wand von großen, runden oder querlänglichen oder ganz unregelmäßigen Tüpfeln durchbrochen ist, welche mit einem engmaschigen Fasergeflecht ausgefüllt sind und daher wie gegittert (Fig. 21, eine Zelle der Lärchenrinde, mit einem Gittertüpfel) oder bei schwächerer Vergrößerung, wie ein Sieb aussehen (Fig. 20, Siebröhre aus dem Kürbisstengel). — Zellen mit sehr stark verdickter Wand, bei denen der Innenraum (das „Lumen") oft außerordentlich klein ist (Fig. 9, 11, 43), erscheint die Wand im Querschnitt oft deutlich geschichtet (Fig. 10, 11, 15, 43). Diese Schichtung, welche der Zellwand einen concentrisch-schaligen Bau verleiht, ist nicht, wie man früher annahm, das Resultat einer periodisch erfolgten Ablagerung neuer Celluloseschichten, sondern, wie die neuesten Forschungen ergeben haben, durch die Ausbildung („Differenzirung") wasserärmerer und wasserreicherer Schichten in der ganzen der gesammten Verdickungsmasse nach deren Volumen entstanden. Sind solche stark verdickte Zellen getüpfelt, so bilden die Tüpfel Kanäle (Tüpfelkanäle), welche vom Lumen der Zelle her sich durch die ganze Verdickungsmasse hindurch oder tief in dieselbe hinein erstrecken (Fig. 10, 16, 17, 43). Besteht ein Gewebe aus solchen Zellen, so laufen die Tüpfelkanäle der einen Zelle auf diejenigen der benachbarten zu (correspondiren mit denselben: correspondirende Tüpfelkanäle, Fig. 10, 17, 43). Diese seltsam erscheinende Einrichtung hat ihren guten Grund. Solange

llen lebensthätig sind, d. h. solange sie noch einen st von Protoplasma enthalten, findet zwischen ihnen n reger Stoffwechsel statt, mit andern Worten, treten üssigkeiten und Gase aus der einen Zelle in die dere über. Bei dünnwandigen, z. B. bei allen jungen llen ist dieser Stoffwechsel sehr leicht, indem die üssigkeiten und Gase durch die Wandungen der Zellen ndurchdringen („diffundiren"). Bei starker Verdickung r Zellwand, mit welcher sehr häufig auch eine Verlzung derselben verbunden ist, würde der Uebertritt n Flüssigkeiten aus einer Zelle in die andere unöglich sein; durch correspondirende Tüpfelkanäle, elche nur durch die dünnen unverdickt gebliebenen tellen der Zellhaut geschieden sind, ist aber die Mögkeit geboten, daß auch zwischen solchen Zellen der ustausch von Flüssigkeiten und Gasen ungehindert ttfinden kann. Noch ist zu bemerken, daß bei besten Tüpfeln die zarte den Tüpfelraum umschließende lembran später häufig aufgelöst (reſorbirt) wird. ann entstehen wirkliche Löcher in den Zellwänden, urch welche die Lumina der miteinander verbundenen ebeneinandergelagerten) Zellen in offene Communicaon treten.

Während wir in der jugendlichen Zelle nur den n Protoplasma vertheilten Zellsaft antreffen, erscheint ie ausgebildete, aber noch lebensthätige Zelle mit sehr erschiedenen Inhaltssubstanzen angefüllt. Und war finden wir theils feste Körper, theils flüssige Stoffe n dem Innenraum der Zelle, erstere durch das Mikrokop, letztere meist nur durch bestimmte Veränderungen nfolge chemischer Einwirkungen (durch „Reactionen") erkennbar. Unter den festen Inhaltskörpern spielen die Chlorophyll-, Stärke- und Aleuronkörner die Hauptrolle. Die Chlorophyll-(Blattgrün-)körner entstehen unmittelbar aus dem Protoplasmasack, indem dieser in Körner zerfällt, welche eine grüne Farbe annehmen. Auf dem Vorhandensein des Chlorophylls beruht die grüne Farbe aller Pflanzentheile, indem dieses meist in den unmittelbar unter der Oberhaut (s. unten) vorkommenden Körnern durch die durchsichtigen und farblosen Zellhäute hindurchschimmert. In größter Menge findet man die Chlorophyllkörner in den Zellen des innern Gewebes der Blätter (Fig. 32, eine Zelle aus der Fichtennadel, stark vergrößert). Gleich dem Protoplasma sind die Chlorophyllkörner sehr veränderlich zusammengesetzt, aber stets stickstoffhaltig; ihre Aufgabe ist, die Zersetzung der von den Blättern aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure zu bewirken und unter Abscheidung des freigewordenen Sauerstoffs, welcher wieder in die Luft abgegeben wird, aus dem freigewordenen Kohlenstoff mit Hülfe des von den Wurzeln aufgenommenen und bis zu den Blättern emporgedrungenen rohen Nahrungssaftes, welcher ebenfalls in seine Bestandtheile zerlegt wird, Stärke, d. h. einen organischen, einen pflanzlichen Stoff, zu bilden. Die Stärke ist das erste Product des „Assimilationsprocesses", d. h. der chemischen Vorgänge, durch welche die von der Pflanze aus Boden und Luft aufgenommenen anorganischen Stoffe zerlegt und in organische übergeführt werden. Diesen Proceß, auf welchem die gesammte Ernährung und das Wachsthum der Pflanze beruht, leiten die Chlorophyllkörner ein und unterhalten denselben auch im Verein mit dem farblos bleibenden Protoplasma anderer Zellen, durch welches wieder andere organische Stoffe, z. B. Cellulose, gebildet werden. Die chlorophyll- und protoplasmahaltigen Zellen haben folglich eine höchst wichtige Aufgabe zu erfüllen: sie sind die eigentlichen chemischen Laboratorien der Pflanze und stehen auch im regsten Stoffwechsel untereinander. Die zunächst im Innern der Chlorophyllkörner entstehende Stärke tritt in gelöster Form — und zwar während der Nacht — wieder aus denselben heraus, um von Zelle zu Zelle auf dem Wege der Diffusion weitergeschafft zu werden. Sie gestaltet sich auf diesem oft langen Wege wiederholt zu festen Körnchen, welche sich dann wieder auflösen und an der blauen Farbe, welche die Stärke stets mit Jodlösung sofort annimmt, als Stärkekörner leicht erkannt werden können. In größern Körnern wird aber diese Substanz bleibend nur in bestimmten Zellen (z. B. in dem Zellgewebe der Knollen, Zwiebeln, im Marke der Palmen, in den Markstrahlen der Laubhölzer, in den Samen der Getreidearten u. s. w.) aufgespeichert, um im nächsten Frühling wieder aufgelöst und unmittelbar als Nährstoff, sei es für den keimenden Samen, sei es für die austreibenden Knospen verwendet zu werden. Solche Stärke besteht immer aus größern Körnern, welche unter sehr verschiedenen Formen auftreten (Fig. 31). Die meisten lassen einen concentrisch-schaligen Bau erkennen mit gewöhnlich excentrisch gelagertem Kern (Fig. 31, d aus der Kartoffel und e aus der Galgantwurzel), andere enthalten eine sprungartige Höhlung (a, b, c aus der Bohne), noch andere erscheinen aus mehrern soliden Körnchen zusammengesetzt (f aus der Sassaparillwurzel). Das Aleuron oder Klebermehl entsteht gleich dem Chlorophyll unmittelbar aus dem Protoplasma, ist aber in der Regel farblos, wenigstens niemals grün. Es zeigt dieselbe chemische Zusammensetzung wie das Protoplasma, kommt gewöhnlich in sehr kleinen eckigen Körnchen (Fig. 29 b), seltener in größern Körnern oder gar in Form von Krystallen (Krystalloiden, Fig. 30) vor und findet sich vorzugsweise in den Zellen der Kotyledonen oder des Eiweißkörpers (s. unten) der Samen, doch auch — wenigstens während des Winters — in den Knospen, in der Rinde und den Wurzeln vieler Pflanzen. Es spielt gleich den aufgespeicherten Stärkekörnern die Rolle eines „Reservestoffs", d. h. ist für die auf den Winter folgende Vegetationsperiode bestimmt, wo es ebenfalls aufgelöst wird, um andere Stoffe zu bilden. Das Klebermehl kommt nicht selten in Gesellschaft von Stärkekörnern vor (z. B. in dem Samen der Bohne, Fig. 29), häufiger im Verein mit fettem Oel oder Pflanzenfett, welches in allen ölhaltigen Samen, aber auch in andern Pflanzentheilen (in größter Menge z. B. im Fruchtfleische der Oliven) enthalten ist, ebenfalls als Reservestoff auftritt, als solcher in Samen häufig das dort fehlende Stärkemehl ersetzt, indem es gleich diesem nur aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff besteht. Die aus den genannten Elementen sehr verschiedenartig zusammengesetzten fetten Oele kommen in der lebenden Zelle als kleine im Zellsaft suspendirte oder zwischen Aleuronkörnchen eingebettete Tropfen vor. Außer diesen für die Ernährung und das Wachsthum der Pflanze höchst wichtigen Stoffen werden als feste Inhaltssubstanzen der Zellen noch Krystalle verschiedener anorganischer und organischer Salze gefunden. Am häufigsten sind die Krystalle des oxalsauren Kalks, welche sich namentlich in fleischigsaftigen Geweben vorfinden und gewöhnlich als feine zweispitzige Nadeln oder sogenannte „Raphiden" (Fig. 34), seltener als Krystalldrusen (Fig. 33) auftreten. Ihre Bestimmung ist unbekannt. Endlich ist als fester Zelleninhaltsstoff noch das Kautschuk zu erwähnen, welches in den Milchsäften vieler Pflanzen in Form äußerst kleiner farbloser Kügelchen vorkommt und für das Leben der Pflanze bedeutungslos zu sein scheint. Unter den flüssigen Zelleninhaltsstoffen, welche für sich allein oder untereinandergemengt, oder im Zellsaft gelöst auftreten, sind der Zucker und Gerbstoff

die häufigsten und wol auch wichtigsten. Der Zucker kommt in zwei Hauptarten vor, als gärungsfähiger (Trauben- oder Fruchtzucker) und als nicht gärungsfähiger (Rohrzucker). Letzterer, in den Stengeln und Blättern aller Gräser, ferner in manchen Wurzeln (Runkelrübe, Mohrrübe, Zuckerwurzel) enthalten, spielt ebenfalls die Rolle eines Reservestoffs, während der Traubenzucker eine vorübergehende (transitorische) Bildung ist, indem er z. B. aus gelöster Stärke entsteht und bald wieder in andere organische Stoffe übergeführt wird. Er tritt z. B. in allen schon entwickelten Keimen, in den austreibenden Knospen, im Frühlingssafte der Birken, Ahorne und andern Bäumen auf. Aehnlich verhält sich der namentlich in Wurzeln, Rinden und Knospen vorkommende Gerbstoff, welcher häufig in einer und derselben Zelle mit Stärke abwechselt und oft die Grundlage rother Färbungen bildet, z. B. aller bei der Entfaltung rothgefärbten oder auch im Herbst sich roth färbenden Blätter. Zucker und Gerbstoff sind nur aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff zusammengesetzt. Häufig vorkommende flüssige Zelleninhaltsstoffe sind endlich die ätherischen Oele, sauerstoffarme oder blos aus Kohlen- und Wasserstoff bestehende Substanzen, welche als Ausscheidungsproducte der Pflanzen betrachtet werden müssen und auf deren Verdunstung an der Außenseite der Pflanzen der aromatische Geruch sehr vieler Gewächse, auch der Duft vieler Blumen, beruht. Durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft entstehen aus ätherischen Oelen oft Harze; dagegen wird die Mehrzahl der im Innern von Pflanzen (in der Rinde, im Holze vieler Bäume) vorkommenden Harze durch Verwandlung der Zellenmembranen in Harz gebildet. Auf dieselbe Weise entstehen auch die weniger verbreiteten Gummiarten, während die Balsame Auflösungen von Harz in ätherischem Oel zu sein scheinen. Alle diese Stoffe, ferner die Farbstoffe (z. B. Indigo), die Alkaloide, stickstoffhaltige, zum Theil äußerst giftige Substanzen, u. a. sind als bloße Ausscheidungs- und Zersetzungsproducte zu betrachten und für das Leben der Pflanze wol gleichgültig. Schließlich mögen hier noch einige Stoffe Erwähnung finden, welche nicht als Zelleninhalt auftreten, sondern theils in die Zellwand eingelagert, theils an der Außenfläche von Pflanzentheilen ausgeschieden und dieser aufgelagert erscheinen. Es sind der Holzstoff (Lignin), Korkstoff (Suberin), das Wachs, der kohlensaure Kalk und die Kieselerde. Die beiden zuerst genannten Stoffe sind Umwandlungsproducte der Cellulose; aus ihnen besteht in der Hauptsache die Wand der Zellen des Holzes und Korks. Das Wachs ist ein Ausscheidungsproduct; es bildet als äußerst feines Pulver die bläulich-weißen, abwischbaren Ueberzüge (den „Reif") der Pflaumen und anderer Früchte und tritt auch als kleienartiger weißer Ueberzug (z. B. an den Früchten von Myrica cerifera) oder gar als dicke Schicht (an dem Stamme der Wachspalme) auf. Kohlensaurer Kalk scheint in geringer Menge fein zertheilt in allen Zellenwänden vorzukommen, während die Kieselerde bei vielen Pflanzen theils die Oberhautzellen überzieht, theils der Wandung dieser, seltener anderer Zellen in Form kleiner Schuppen eingelagert erscheint. Durch „verkieselte" Oberhautzellen sind namentlich die Schachtelhalme und die Gräser ausgezeichnet.

Nicht alle protoplasmahaltigen Zellen erzeugen die im Vorstehenden genannten Stoffe, viele derselben dienen auch blos der Zellenvermehrung, d. h. erzeugen in ihrem innern Raume neue Zellen, welche man als „Tochterzellen" im Gegensatze zu der sie erzeugenden Zelle, der „Mutterzelle", bezeichnet. Die Bildung von Tochterzellen geschieht vorzüglich durch Theilung des Inhalts der Mutterzelle. Bevor die Theilung entsteht, bilden sich ebenso viele Zellkerne, als neue Zellen gebildet werden sollen, wobei der schon vorhandene Zellkern verschwindet und ganz neue Zellkerne entstehen. Dieser Vorgang wird durch die Fig. 35—38 erläutert. Fig. 35 und 36 zeigen die Bildung der Sporen (Fortpflanzungszellen) bei einem Schachtelhalm, Fig. 37 und 38 die Bildung der Pollenzellen (Pollenkörner) bei der Funkia ovata einem Liliengewächs. Viel seltener wird die „freie Zellenbildung" beobachtet. Bei ihr entstehen in einer Mutterzelle eine Anzahl von Zellkernen, um welche sich ein Theil des Protoplasma der Mutterzelle ansammelt, worauf sich jedes solche Protoplasmaklümpchen mit einer Cellulosemembran umgibt (Fig. 39, Sporenbildung bei einem Becherpilze, Peziza amorpha). Während im ersten Falle der gesammte Inhalt der Mutterzelle in die Tochterzellen übergeht, die Mutterzelle also ganz in Tochterzellen theilt, bleibt hier die Mutterzelle unverändert und geht blos ein Theil ihres Protoplasma in die Tochterzellen über. Auf der Zellenvermehrung durch Theilung beruht auch die Entstehung aller Zellgewebe, ein Vorgang, der aus den Figuren 40—44 ersichtlich ist. Bei der Bildung der „Gewebzellen" theilt sich die Mutterzelle nach vorausgegangener Bildung von zwei Zellkernen zwischen diesen in zwei Portionen, welche wieder zu neuen Mutterzellen werden, die sich in derselben Weise in zwei Zellen theilen. Durch solche wiederholte Zweitheilung kann aus einer einzigen Zelle (Urmutterzelle) ein ganzes aus Hunderten oder Tausenden von Zellen bestehendes Gewebe hervorgehen. Bei der Bildung der Gewebzellen ist die zwischen zwei benachbarten Zellen befindliche Cellulosewand beiden Zellen gemeinschaftlich (Fig. 40, 41). Erst später bildet sich durch „Differenzirung" aus Schichten in der je zwei Zellenräume trennenden Wand eine Mittelschicht (Mittellamelle) aus, und dann „scheint" jede Zelle von einer eigenen Haut umschlossen und von der Nachbarzelle durch eine Schicht getrennt (Fig. 42 m), welche man lange Zeit für eine die Gewebzellen verkittende Masse gehalten und „Intercellularsubstanz" genannt hat. Häufig trennen sich aber die wachsenden Gewebzellen mehr oder weniger voneinander, indem sie sich abrunden. Dann entstehen zwischen ihnen kleine Hohlräume (Fig. 44), sogenannte Intercellulargänge. Dergleichen kommen übrigens auch in sehr geschlossenen, aus dicht zusammenschließenden Zellen bestehenden Geweben vor, nur daß sie dann sehr eng sind (Fig. 15 i, 43 i). Sehr weite Intercellulargänge sind stets im Merenchym, zumal im sternförmigen und schwammförmigen, vorhanden (Fig. 13, 14). Häufig finden sich auch größere, von vielen Zellen umschlossene Hohlräume im Zellgewebe, welche als Behälter ätherischer Oele, Harz (Fig. 19, unterer Theil), Gummi, Balsam u. s. w. oder von Luft dienen. Alle Intercellulargänge und Räume eines Gewebes stehen in Communication.

Das Zellgewebe tritt je nach der Gestalt seiner Zellen unter sehr verschiedenen Formen auf und dient sehr verschiedenen Zwecken. Bei allen höhern Pflanzen lassen sich drei Hauptarten von Zellgeweben unterscheiden: Hautgewebe, Cambiumgewebe, Grundgewebe. Jedes Pflanzenglied, z. B. ein Blatt, ist bei seiner ersten Entwickelung aus einem sehr kleinzelligen, zartwandigen, von Protoplasma strotzenden Gewebe zusammengesetzt: Urgewebe (Urparenchym) oder Theilungsgewebe (Meristem). Die an der Oberfläche des Pflanzentheils gelegenen Zellen verwandeln sich aber bald in Hautgewebe, während sich im Innern

urch Streckung von Zellen der Längenachse des Pflanzentheils parallele Reihen und Stränge dünnwandiger ellen bilden, Cambiumstränge. Der noch übrige Theil s Urgewebes verwandelt sich später in Grundgewebe. um Hautgewebe gehören die Oberhaut und der ork. Erstere besteht aus eng zusammenschließenden, geplatteten Zellen, und ist an allen grünen und mit r Luft in Berührung befindlichen Pflanzentheilen, sonders an den Blättern mit Spaltöffnungen rsehen, d. h. spaltenförmigen Intercellulargängen, elche nach außen durch gewöhnlich zwei contractile erenförmige, stets chlorophyllhaltige Zellen begrenzt nd und durch deren Ausdehnung oder Zusammenehung geschlossen oder geöffnet werden können (Fig. 45). nter jeder Spaltöffnung liegt ein kleiner Intercellularum, die Athmungshöhle (Fig. 46 a), in welche e zwischen den sie umgebenden Zellen befindlichen ntercellulargänge ausmünden. Die Spaltöffnungen nd die nach außen mündenden Oeffnungen des gemmten „Intercellularsystems" und bestimmt, die Gase r Luft (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff) in die flanze einzulassen, sowie in der Pflanze durch deren ssimilationsproceß frei gewordene Gase in die Luft uszuscheiden, Vorgänge, welche man als Athmungsroceß (Respiration) der Pflanzen bezeichnet hat. ie Zellen der Oberhaut sind an allen grünen Pflanzenheilen noch mit einem zarten, continuirlichen Häutchen berzogen, der Cuticula (Fig. 46 c). Auf der berhaut kommen zahlreiche Anhangsgebilde vor, welche heils bloße Verlängerungen einzelner Oberhautzellen nd, z. B. die einfachen Haare (Taf. 2, Fig. 1), heils Zellenreihen, wie die gegliederten Haare (Fig. 2 nd 3), theils ästige Zellen, wie die Gabelhaare Fig. 5), theils aus vielen Zellen zusammengesetzte ebilde, wie die Sternhaare (Fig. 6 und 8), ästige aare (Fig. 7), die Sternschuppen (Fig. 9) und arzen (Fig. 10). Gegliederte Haare mit einem us kleinen Zellen zusammengesetzten Köpfchen an ihrer pitze (Fig. 3) werden gestopfte Haare, und wenn ieses Köpfchen als eine ätherisches Oel oder einen ebrigen Stoff ausscheidende Drüse auftritt, Drüsenaare genannt. Steife, aus dickwandigen, oft verholzten ellen bestehende Haare heißen Borsten; eine Modication derselben sind die Brennhaare der Nesseln Fig. 4), wo die einzellige den brennendscharfen Saft thaltende Borste einem Zellenkörperchen aufsitzt, welches jene Flüssigkeit ausscheidet und folglich als Drüse uftritt. Zu den Anhangsgebilden der Oberhaut gehören auch die Stacheln (z. B. diejenigen der Rosen), echende, aus vielen verholzten Zellen zusammengesetzte ebilde, welche sich mit glatter Grundfläche ablösen ssen, nicht aber die Dornen, worunter man in der Wissenschaft verkümmerte, in eine stechende Spitze auslaufende Aeste oder Zweige von Holzpflanzen versteht. Dornen bestehen deshalb wie jeder Baumzweig aus inde, Holz und Mark. Haarförmige Anhangsgebilde mmen auch an den jüngsten Wurzeln vor. Diese Wurzelhaare sind stets Ausdehnungen einzelner Oberhautzellen (Fig. 15 wh und Fig. 16) und bestimmt, e im Boden befindliche Nahrungsflüssigkeit aufzusaugen. — Bei allen Holzgewächsen wird die Oberhaut der Zweige später (oft schon im ersten Jahre) urch Entwickelung von Kork zerstört, indem in den berhautzellen Tochterzellen entstehen, welche ein an ie Stelle der durch sie zersprengten Oberhautzellen tendes Gewebe bilden. Das ausgebildete Korkgewebe steht aus fest zusammenschließenden, elastisch-dünnandigen, meist tafelartig abgeplatteten, bräunlichen, fterfüllten Zellen (Fig. 11, 12, Kork der Birke im ertical- und Horizontalschnitt), und hat jedenfalls die Bestimmung, die Verdunstung des in dem Pflanzentheil befindlichen Wassers zu verhindern, da Kork bekanntlich das Wasser nicht oder nur sehr langsam durchdringen läßt. Nicht immer entwickelt sich der Kork blos in den Oberhautzellen; oft sind auch die innern Schichten der Rinde der Sitz der Korkbildung. Dann entsteht eine sogenannte Borke, d. h. eine aufreißende Rinde, indem die vor den Korkgewebpartien gelegenen Theile des Rindengewebes dann vertrocknen und aufbersten. Fig. 24 zeigt diese innere Korkbildung auf dem Querschnitt eines jungen Zweigs der schwarzen Johannisbeere (e ist die noch intacte Oberhaut, ar die äußere, ir die innere Schicht des Rindengewebes, k ausgebildetes Korkgewebe, jk eine Schicht junger, in der Entwickelung begriffener Korkzellen). Endlich bildet sich Korkgewebe auch infolge oberflächlicher Rindeverletzungen, wo es die Wundflächen bedeckt (deren Vernarbung bewirkt).

Aus dem Cambiumgewebe gehen die Gefäße, Holz- und Bastzellen hervor. Unter Gefäßen versteht man lange enge oder weite Röhren, welche aus Reihen von Cambiumzellen infolge der Resorption (Auflösung) der die Zellen trennenden Scheidewände entstehen. Je nach der Ausbildungsweise der Verdickungsmasse der Zellenwände unterscheidet man Ring- und Spiralgefäße (Taf. 1, Fig. 23), Treppengefäße (Fig. 26, 27) und getüpfelte Gefäße (Fig. 24, 25). In den Ring- und Spiralgefäßen sind die Querwände immer völlig verschwunden, in den Treppen- und Tüpfelgefäßen dagegen noch vorhanden, aber von Spalten oder Löchern durchbrochen und stets schief gestellt (Fig. 25, 27). Aus kurzen Zellen zusammengesetzte Tüpfelgefäße, welche an den Stellen der Querwände Einschnürungen zeigen, heißen wurm- oder rosenkranzförmige Gefäße (Fig. 24 b). Die Gefäße, welche an ihren Enden gewöhnlich geschlossen, seltener (nur Tüpfel- und Treppengefäße) durch Spalten und Löcher mit einem anstoßenden Gefäß in Communication stehen, kommen in der Regel zu mehrern aneinanderliegend und mit Holz- und Bastzellen zu Bündeln oder Strängen vereinigt vor: Gefäßbündel (Fibro-Vasalstränge, Leitbündel). Taf. 2, Fig 14 zeigt ein Gefäßbündel im Quer- und Längsschnitt (a, Gefäße, b, Bastzellen, c, Holzzellen). Die Gefäßbündel verzweigen sich häufig, besonders in den Blättern, wo ihre feinsten Zweige oft ein kleinmaschiges, bei durchfallendem Licht aus feinen hellen Linien zusammengesetztes Netzwerk bilden, während die stärkern Zweige als Blattnerven oder Blattrippen aus der untern Fläche des Blattes hervortreten. Alle Gefäßbündel einer Pflanze stehen miteinander in Verbindung: sie bilden ein die ganze Pflanze durchziehendes, bis in die feinsten Wurzelfasern und bis in die Blätter, Blütentheile und Früchte dringendes System, welches vorzüglich der Verbreitung der Säfte in der Pflanze dient. Die Holzzellen sind einfache Zellen, deren Wand nach mäßiger Verdickung durch Umwandlung der Cellulose in Lignin erfolgt, worauf diese Zellen nur noch Luft (Gas) enthalten. Ihre Form ist am häufigsten prosenchymatisch (Taf. 2, Fig. 14 c), seltener parenchymatisch (Taf. 1, Fig. 16). Sie sind gewöhnlich getüpfelt, bei den Nadelhölzern stets mit großen behöften Tüpfeln versehen (Taf. 1, Fig. 18). Die Bastzellen, ebenfalls einfache, meist langgestreckte Zellen, sind theils dickwandig, aber dabei biegsam (Bastfasern, Taf. 1, Fig. 9), theils dünnwandig, mit weitem Lumen (Cambiformzellen), der Form nach gewöhnlich pleurenchymatisch, bisweilen unregelmäßig verzweigt (Taf. 1, Fig. 11, 12), bald mit Tüpfelkanälen versehen (Taf. 1, Fig. 10), bald ohne solche. Sie führen lange Zeit

Saft und enthalten oft Krystalle und Alkaloide. Zu dem Bastgewebe sind auch die oben geschilderten Siebröhren und Gitterzellen zu rechnen, von denen die erstern aus Zellenreihen hervorgehen. — Die Gefäßbündel werden bei vielen Pflanzen von Milchsaftgefäßen begleitet, d. h. langen dünnwandigen, oft vielfach sich verzweigenden Röhren, welche mit einem gefärbten, am häufigsten milchweißen Safte erfüllt sind (so bei allen „milchenden" Pflanzen, z. B. dem Salat, den Wolfsmilcharten), der sich in ihnen in strömender Bewegung befindet. Bisweilen bilden diese Gefäße, welche durch Verschmelzung vieler Zellen entstehen sollen, förmliche Geflechte (Taf. 1, Fig. 28, aus dem Stengelknoten der Ackersaudistel). Der Milchsaft enthält stets Kautschuk, oft Alkaloide, Harze, Gerbstoffe (z. B. der rothgelbe des Schöllkrauts), Stärkekörnchen u. s. w.; seine Bestimmung ist unbekannt.

Das Grundgewebe besteht gewöhnlich aus parenchymatischen oder merenchymatischen, seltener prosenchymatischen Zellen, welche bald dünn-, bald dickwandig, getüpfelt oder ungetüpfelt sind und gewöhnlich Intercellulargänge zwischen sich haben. Es erfüllt in den Blättern den Zwischenraum zwischen der Oberhaut und den Gefäßbündeln, bildet in den Stämmen und Aesten das Mark und das unter der Haut gelegene Gewebe der Rinde, ferner den größten Theil des Gewebes der Knollen, Fruchtschalen und der Samen. Seine Zellen dienen vorzugsweise dem Assimilationsprocesse, viele auch als Behälter für Reservestoffe. Grundgewebzellen der letztern Kategorie haben oft knorpelige, quellbare Wände (Collenchymzellen, z. B. Taf. 1, Fig. 15, aus den Samenlappen der Lupine). In gewissen Pflanzentheilen verholzt das Grundgewebe sehr bald und dient dann nur durch die Härte und Festigkeit seiner dann immer sehr stark verdickten Zellhäute. Aus solchem verholzten Grundgewebe (Sklerenchym) bestehen z. B. die Nußschalen und die Steinkerne der Kirschen, Pflaumen, Aprikosen, Pfirsichen und Mandeln.

II. Bau und Gestaltung des Pflanzenkörpers und seiner Glieder.

Nur bei den unvollkommensten Gewächsen ist der Pflanzenkörper eine ungegliederte Masse (z. B. bei vielen Pilzen, Flechten und Algen), bei den meisten zerfällt derselbe in verschieden geformte und verschieden organisirte Theile, welche seine Glieder bilden. Als solche sind zu bezeichnen: die Wurzeln, der Stamm mit seinen Aesten, die Blätter, die Blüten, Früchte, Samen. Den Stamm nennt man auch die „Achse" der Pflanze, weil an ihm die Blätter u. s. w. angeheftet erscheinen, und spricht demgemäß von Achsen- und pheripherischen oder Blattgebilden. Die Blüten und insofern sie aus diesen hervorgehen, auch die Früchte sind zusammengesetzte Glieder, indem sie aus Achsen- und Blattgebilden bestehen, desgleichen die Knospen aller Samenpflanzen.

Die Wurzeln sind gewöhnlich von Erde bedeckt und besitzen im allgemeinen eine dem Mittelpunkte der Erde zustrebende Wachsthumsrichtung. Ihre Enden sind von einer mehrschichtigen Parenchymhülle umgeben, der Wurzelhaube (früher als Wurzelschwämmchen bezeichnet), welche zum Schutz der zarten Spitze, wo die Bildung neuer Zellen stattfindet, bestimmt ist (Taf. 2, Fig. 15 b, w). Oberhalb dieser Hülle erscheint der jüngste Theil der Wurzel mit den schon erwähnten, oft einen dichten Filz bildenden Wurzelhaaren besetzt (Fig. 15 a, b, w h). Im Längs- und Querschnitt erscheint die Wurzel, wenigstens zweisamenlappiger Pflanzen, aus einer Rinde, welche in eine äußere (Fig. 15 b, a r) und eine innere (i r) zerfällt, aus dem cylindrischen Gefäßbündelkörper (g) und dem Mark zusammengesetzt, letzteres pflegt bei allen Wurzeln sehr eng zu sein. Die Wurzeln vermögen keine Blätter zu treiben, sondern blos Nebenwurzeln, durch deren Bildung sie sich verzweigen. Wohl aber werden die verdickten Wurzeln der Laubbäume befähigt, Knospen zu entwickeln, aus denen unter Umständen oberirdische Sprosse (Wurzelsprossen, Wurzelausschläge, Wurzelbrut) hervorgehen können. Die durch unmittelbare Verlängerung des Würzelchens des Keims (s. Samen) entstandene Wurzel, welche als eine nach unten gerichtete Fortsetzung des Stammes erscheint, wird Haupt-, und wenn sie stark entwickelt, Pfahlwurzel genannt. Wurzeln, welche aus dem Stamme entspringen, heißen Adventivwurzeln. Zu ihnen gehören alle Luftwurzeln, welche aus Stämmen und Aesten hervorwachsen, frei in die Luft hinausragen und oft eigenthümlich organisirt sind (z. B. bei den Orchideen und Aroideen der Tropen), die Klammerwurzeln des Epheu, die Stützwurzeln gewisser tropischer Blumen (vgl. Taf. 19, Fig. 3). Aus Adventivwurzeln ist auch die Faserwurzel der Getreidepflanzen und vieler andern Gräser, sowie der Zwiebel- und Knollengewächse (Taf. 3, Fig. 10, 11, 14, 16) zusammengesetzt. Die Wurzeln sind entweder nur ein-, zwei- oder vieljähriger Dauer.

Der Stamm oder die Achse unterscheidet sich von der Wurzel durch die entgegengesetzte Wachsthumsrichtung und durch das Vermögen, unterhalb seiner freien Spitze (Scheitel) Blätter hervorzutreiben, durch welche die Spitze in eine Knospe (End- oder Terminalknospe) umgewandelt wird oder werden kann. In jeder Blattachsel (Blattwinkel) vermögen sich ebenfalls Knospen (Achselknospen) zu entwickeln. Da jede Knospe sich zu einer neuen Achse auszudehnen vermag (s. unten), so besitzt eine mit Endknospen und Achselknospen versehene Achse das Vermögen, sich nicht allein zu verlängern, sondern (durch Streckung der Achselknospen) zu Nebenachsen, d. h. Aeste zu entwickeln und sich so zu ein „Achsensystem" umzugestalten. Eine über den Boden sich erhebende Achse wird, wenn sie von mehrjähriger Dauer ist, Stamm, wenn von einjähriger Dauer Stengel genannt, eine unter dem Boden bleibende Rhizom (auch Wurzelstock). Die Rhizome sind oft den Wurzeln ähnlich (Taf. 3, Fig. 6—9), unterscheiden sich aber von jenen durch die angegebenen Merkmale der Achse, und werden je nach ihrer äußern, sehr verschiedenen Form geringelt (Fig. 6), beschuppt (Fig. 7), geglieder (Fig. 8), mit Scheidenblättern besetzt (Fig. 9) u. s. w. genannt. Sie sind stets von mehrjähriger Dauer und besitzen nur Adventivwurzeln. Zu den unterirdischen Achsen gehören auch die Knollen (Fig. 12, 13, 14, 15), kugelige oder längliche fleischige Gebilde, welche Adventivwurzeln treiben und entweder eine einzige Knospe (Endknospe) oder (z. B. die Kartoffelknolle) mehrere in die Oberfläche eingesenkte Knospen (Augen) besitzen. Die Zwiebeln dagegen (Fig. 10, 11) sind richtiger als eine Modification der Knospen zu betrachten (s. unten). Der Stamm oder Stengel hat meist die Form eines Cylinders oder eines sehr in die Länge gezogenen Kegels und ist meist rund, doch häufig auch kantig (drei-, vier- und mehrkantig); seine Formen kehren bei den Nebenachsen oder Aesten wieder. Alle Achsen sind aus Gliedern (Internodien) zusammengesetzt, welche durch „Knoten" (nodi) getrennt sind. So nennt man diejenigen Stellen, wo ein Blatt oder ein Blattquirl (Wirtel) an der Achse sitzt, mag nun diese Stelle wirklich knotig verdickt sein (z. B. bei dem Grasstengel, Nelkenstengel) oder nicht. Aus sehr deutlichen Internodien ist z. B. die sogenannte Queckenwurzel

as Rhizom des Sandhafers (Taf. 3, Fig. 9) und asjenige des Gnadenkrauts (Fig. 8) zusammengesetzt. us langgestreckten Internodien bestehende Achsen nennt an solche mit „entwickelten", aus kurzen scheibenrmigen Internodien zusammengesetzte solche mit „unntwickelten" Internodien. Die Gliederung der Achse nterscheidet diese ebenfalls scharf von den Wurzeln.

Der Bau der Achse ist in den großen natürlichen btheilungen des Pflanzenreichs sehr verschieden. Hier nn nur der Bau der Achse bei den Samenpflanzen Phanerogamen Linné's) erörtert werden. Dieser ist esentlich verschieden in den Abtheilungen der einsamenppigen (monokotylen), zweisamenlappigen (dikotylen) nd nacktsamigen (gymnospermen) Gewächsen. Zu den onokotylen Gewächsen gehören unter andern die räser, Rohrarten, Liliengewächse, Palmen u. a. in querdurchschnittener Lilien- oder Maisstengel zeigt uf der Schnittfläche unter der Oberhaut eine mehr der weniger breite, aus Grundgewebe bestehende Rinde, orauf ein markiges, auch aus parenchymatischen Zellen ebildetes Gewebe folgt, in welchem zahlreiche Gefäßndel zerstreut angeordnet liegen (Taf. 2, Fig. 30). ine sehr ähnliche Ansicht gewährt ein querdurchschnittner ambusstock oder Palmenstamm, nur daß hier das indengewebe weniger deutlich entwickelt ist und die efäßbündel nach außen hin viel dichter zusammenedrängt sind (Fig. 31). Im Längsschnitt betrachtet eht man die bindfadenförmigen Gefäßbündel bei allen us entwickelten Internodien zusammengesetzten Achsen eradlinig, parallel nebeneinander verlaufen und sich ur in den Knoten verzweigen und hier oft dichte Gelechte bilden; dagegen bei allen aus unentwickelten nternodien bestehenden (z. B. den meisten Palmenstämmen, den Schwertlilienrhizomen, Fig. 33) in nach inen gekrümmten Bogenlinien aufsteigen und sich unter er Rinde vielfach verzweigen. Daher liegen hier nter der Rinde die Gefäßbündel dicht aneinander edrängt, oft ineinander gequetscht. Das Holz der almen und anderer monokotyler Bäume besteht aus lchen fadenförmigen verholzten Gefäßbündeln (deshalb aserholz genannt). Dasselbe ist natürlich unter der inde am dichtesten und härtesten, im Centrum des tammes dagegen am lockersten und weichsten. Die onokotylen Gefäßbündel sind geschlossen d. h. von ickwandigen Bastfasern umgeben, welche sehr bald verolzen und dann eine Verdickung des Bündels nicht ehr gestatten. Innerhalb dieser Bastzellenscheide egen die eigentlichen Gefäße, die Holzzellen und den iebröhren ähnliche Bastgewebzellen (Fig. 32, die roßen weiten Zellen sind Gefäße). Die Achse der ikotyledonen zeigt auf dem Querschnitte immer nen Kreis von Gefäßbündeln (Fig. 18, 19, 21, 27), rch den das Grundgewebe in das Mark (Fig. 18 a) nd die Rinde (b) abgetheilt wird, welche beide durch e zwischen den Gefäßbündeln befindlichen Markstrahlen rbunden werden. Durch sämmtliche Gefäßbündel ndurch erstreckt sich der Cambium- oder Verdickungsng (d), richtiger Verdickungscylinder, da diese aus ildungsgewebe bestehende Zone die Achse der Länge ch durchzieht und bis in die Wurzelspitze hinabreicht, enso bis in die Endknospe und überhaupt in jede nospe, indem sich der Gefäßbündelkörper der Achse id der Wurzel und der ihn durchziehende Cambiumlinder in ebenso viele Tochterstränge theilt als Nebenurzeln und Nebenachsen (zunächst Knospen) gebildet rden. Jedes Achsengefäßbündel der Dikotyledonen nn sich deshalb ununterbrochen oder auch periodisch rdicken, indem der innerhalb des Gefäßbündels beidliche Theil des Cambiumcylinders nach innen zu ue Gefäß- und Holzzellen, nach außen hin neue Bastgewebzellen bildet. Durch den Cambiumcylinder wird folglich die Achse verdickt und zwar so lange als die Pflanze lebt, z. B. bei den Bäumen jahrhunderte, ja jahrtausendelang. In allen Zonen, wo ein Unterschied zwischen warmer und kalter Jahreszeit stattfindet, ist der Cambiumcylinder der Stämme nur während ersterer thätig; der Stamm, d. h. der Gefäßbündelkörper, wird hier folglich periodisch verdickt und dies bewirkt, daß der Holzkörper aller unserer Bäume (auch die Nadelhölzer stimmen in dieser Beziehung mit den dikotylen Holzgewächsen überein) auf dem Querschnitt aus concentrischen Zonen zusammengesetzt erscheint, welche bekanntlich Jahrringe genannt werden, weil in der Regel in jedem Jahre (Sommer) sich ein solcher bildet (Fig. 27). Natürlich sind auch diese Holzzonen Cylinder und keine Ringe. Durch den Cambiumcylinder wird jedes Achsengefäßbündel in einen größern innern Theil, den Holztheil, und einen kleinern äußern, den Basttheil, abgegrenzt. Ersterer besteht nur aus Gefäßen und Holzzellen, letzterer aus Bastgewebe (Fig. 12; das Bastgewebe aus den dickwandigen Zellen gebildet). Mit zunehmendem Alter entstehen innerhalb der Gefäßbündel Spalten, welche sich mit Grundgewebe anfüllen: kleine oder secundäre Markstrahlen (Fig. 19, b). Dieselben reichen aus dem Holztheile bis in den Basttheil (Holz- und Bast- oder Rinden-Markstrahlen, Fig. 27). Die Holztheile sämmtlicher Gefäßbündel bilden im Verein mit den großen und kleinen Markstrahlen den Holzkörper, dessen innerste das Mark umgebende Schicht die Kernscheide genannt wird (Fig. 19, a). Das Holz ist bei den einzelnen Holzarten sehr verschieden zusammengesetzt, enthält aber stets Gefäße und zeigt daher auf dem Querschnitt unter dem Mikroskop große (Gefäße) und kleine (Holzzellen) Zellenräume vor (Taf. 3. Fig. 2, 3, 4). Das Bastgewebe enthält immer Cambiform, häufig Sibröhren und Bastfasern. Letztere sind bündelförmig vereinigt und bilden bei manchen dikotylen Bäumen, z. B. bei den Linden, geschichtete Massen, welche auf dem Querschnitt der Achse keilförmig in das Gewebe der Rinde hineinragen (Taf. 2, Fig. 25, b). Auf dem Längsschnitte erscheinen diese Schichten aus netzförmig verzweigten Bastfaserbündeln zusammengesetzt (Fig. 26). Der Längsverlauf der Gefäßbündel in dikotylen Achsen ist entweder geradlinig (in allen aus entwickelten Internodien bestehenden Stengeln), oder hin und her gebogen (in allen Holzstämmen). Die dann zwischen den Gefäßbündeln vorhandenen Spalten werden von den Markstrahlen ausgefüllt, welche sich rechtwinkelig mit den senkrechten Elementen des Holz- und Bastgewebes kreuzen (Fig. 28; a Oberhaut, b c Zellenschichten des Rindengewebes, d Bastgewebe, e Cambiumcylinder, f Holzkörper, g Mark- oder Kernscheide, h Mark m Markstrahl, i Gefäße). Die Markstrahlen bestehen aus mauerförmigem, aus meist dickwandigen und getüpfelten Zellen zusammengesetztem Gewebe (Fig. 29). In dikotylen Stengeln verzweigen sich die Gefäßbündel, welche hier oft nur eine schmale von sehr breiten Markstrahlen durchbrochene Zone bilden, die ein weites Mark einschließt (Fig. 21), oft innerhalb der Knoten, sodaß complicirte Geflechte entstehen, besonders um den Ursprung der Aeste (z. B. im Stengel der gemeinen Saudistel, Fig. 23). Die Gefäßbündel der Stengel enthalten meist nur Ring-, Spiral- und Netzgefäße (Fig. 13; a b Zellenformen, c Gefäßformen), während im Holze der Stämme vorzüglich getüpfelte Gefäße vorkommen. Die Rinde der dikotylen Achsen pflegt aus mehrern Schichten von Grundgewebe, von denen die innere, an die Bastschicht des Gefäßbündelkörpers grenzende gewöhnlich Chlorophyll enthält, (deshalb

Grünschicht genannt, wenigstens bei den Bäumen) zu bestehen, während das Mark meist aus einer Form von Grundgewebzellen zusammengesetzt ist. Bei den Holzgewächsen sind die Basttheile der Gefäßbündel mit dem Gewebe der Rinde innerlich verwachsen und bilden deshalb scheinbar die innerste Schicht der Rinde (deren Bastschicht), mit der sie sich auch im Frühling, wo der Cambiumcylinder von Saft strotzt, von dem Holzkörper abschälen lassen. — Als Beispiel für den Bau der Gymnospermen möge der Stamm der Nadelhölzer dienen. Sein Bau stimmt mit dem des Laubholzstammes bezüglich der allgemeinen Zusammensetzung und der Bildung der Jahrringe des Holzkörpers überein, unterscheidet sich aber wesentlich dadurch, daß 1. das Holz mit Ausnahme der Kernscheide, welche Spiralgefäße enthält, nur aus prosenchymatischen, mit großen behöften Tüpfeln versehenen Holzzellen und aus Markstrahlen besteht (Taf. 1, Fig. 18; m Markstrahl, Taf. 3, Fig. 5); 2. daß die Holzbündel geradlinig verlaufen; 3. daß nur kleine Markstrahlen vorkommen, welche zwischen den senkrechten Holzzellen hindurchgehen. In den Markstrahlen kommen häufig Harzgänge vor. (Taf. 1, Fig. 19). Auf dem Querschnitte des Stammes erscheint das Holzgewebe viel regelmäßiger, weil es nur aus einer Zellenform besteht (Taf. 3, Fig. 1, in der Mitte ein Markstrahl). Die Jahrringe pflegen bei dem Nadelholz schärfer markirt zu sein als bei dem Laubholz, was darauf beruht, daß die gegen Ende des Sommers gebildeten Holzzellen in radialer Richtung zusammengedrückt und viel dickwandiger sind als die vorher entstandenen (Taf. 3, Fig. 2). Uebrigens sind auch bei den Laubhölzern die zuletzt gebildeten Holzzellen jedes Jahrrings radial zusammengedrückt (Fig. 2, 3, 4, Grenze der Jahrringe).

Die Nebenachsen (Aeste) stimmen bezüglich ihres Baues in allen Abtheilungen der Samenpflanzen mit der Hauptachse im allgemeinen überein. Sie gehen aus Knospen durch einfache Streckung von deren Achse hervor. Alle Knospen enthalten nämlich eine unentwickelte Achse, an welcher die unterhalb ihres nackten Scheitels hervorgesproßten Blattgebilde sitzen (Taf. 3, Fig. 17, 20, 21). Man unterscheidet Laub- oder Zweigknospen (solche, deren Blattgebilde sich zu gewöhnlichen Blättern entfalten, aus denen folglich durch die Streckung der Achse ein beblätterter Sproß entsteht: Fig. 18, 20, 21, 31), gemischte Knospen (solche, welche außer Blättern auch Blütenknospen an ihrer Achse tragen: Fig. 17) und Blütenknospen (solche, welche entweder aus einer einzigen unentwickelten Blüthe bestehen oder viele Blüten enthalten.) Die Blattknospen der Bäume, wenigstens derjenigen, welche im Herbste die alten Blätter abwerfen, sind gewöhnlich mit einer schützenden Decke von derben Schuppen umhüllt (Fig. 26, 28, 29, 32, 26), seltener nackt (Fig. 30); auf dem Querschnitt betrachtet erscheinen die an ihrer Achse sitzenden, unentwickelten Blätter stets in einer bestimmten Weise zusammengefaltet und zueinander gelagert (Fig. 19, 25, 27). Meist sind diese Knospen sitzend (Fig. 18, 26, 32, 36), selten gestielt (Fig. 24). Ihrer Stellung nach sind die Knospen entweder end- oder achselständig oder Adventivknospen, d. h. an beliebigen Stellen der Achse hervorgebrochen. Eine unverkennbare Aehnlichkeit hinsichtlich des Baues haben mit den Knospen die Zwiebeln, nur daß bei ihnen die Achse als eine niedergedrückte halbkugelige Masse (Zwiebelkuchen, Fig. 11, a), die Blätter als fleischige, dicke sich concentrisch umschließende Schalen (Fig. 11) oder Schuppen (Fig. 10) ausgebildet sind und aus der untern Fläche der Achse zahlreiche Adventivwurzeln hervorbrechen, welche zusammen eine Faserwurzel bilden. Häufig entwickeln sich zwischen den Zwiebelblättern Tochter- oder Brutzwiebelchen (Fig. 11, b). Die Endknospe der Zwiebelachse verlängert sich zu dem oberirdischen, die Blüten entwickelnden Stengel (Fig. 10). — Die aus Knospen hervorgehenden Nebenachsen sind sehr verschiedenartig gestaltet. Bei den dikotylen Holzgewächsen kommen namentlich zwei Formen vor: Langtriebe und Kurzzweige. Erstere sind in die Länge gestreckt und haben entfernt stehende Seiten (Achsel-)knospen (Fig. 32), letztere sind kurz, dick, geringelt (Fig. ...) oder knotig (Fig. 34) und haben gewöhnlich keine Seiten- sondern blos eine Endknospe (Fig. 33). Sie sind aus mehrern sehr kurzen Jahrestrieben zusammengesetzt, deren Grenzen gewöhnlich durch Ringlinien (die Spuren der hier angeheftet gewesenen Hüllschuppen der Knospe) bezeichnet werden (Fig. 33*, 34*). Sie bestehen z. B. bei den Eschenzweigen Fig. 34 [illegible] aus drei Jahrtrieben. Der gespaltene Zweig (Fig. ...) zeigt die innere Zusammensetzung sehr deutlich: m ist das Mark, m die Markscheide, h der Holzkörper, r'' die Bastschicht, r' und r die innere und äußere Rinde). An den Zweigen der entlaubten Bäume und Sträucher macht sich unter, selten neben jeder Achselknospe, ein bestimmt geformter, oft siegelartiger Eindruck bemerkbar, die Blattnarbe, d. h. die Stelle, wo das Blatt gesessen hat, in dessen Achse e die Knospe entstanden ist (Fig. 34 und 35, n, Fig. 29, 18). Die Blattnarbe befindet sich oft auf einer Anschwellung des Zweiges: das Blatt-, richtiger Knospenkissen (Fig. 34, k b, 35). Eigenthümliche Formen von Nebenachsen sind die Dornen, welche nicht selten auch Knospen tragen (Fig. 23), die Ausläufer (z. B. bei den Erdbeeren), die Stamm- und Wurzelsprossen, welche von den Gärtnern gern als Ableger benutzt werden u. s. w. Ausläufer, Stamm- und Wurzelsprossen gehen stets aus Adventivknospen hervor.

Die Blätter entstehen immer unter dem Scheitel einer Achse und zwar schon bei deren erster Entwickelung, wo dieselbe noch aus Urparenchym besteht. Fig. ... zeigt eine solche ganz junge blattbildende Achse im Längsschnitt vergrößert; die unterhalb des nackten abgerundeten Scheitels befindlichen seitlichen Hervorragungen sind ebenso viele in der Entwickelung begriffene Blätter, der dunkle Körper im Centrum ist das Cambiumgewebe, aus welchem später Gefäßbündel entstehen werden. Aehnlich geschieht die Bildung der Blätter (und zwar sowol gewöhnlicher, als Blüten-, Staub- und Fruchtblätter) in jeder noch ganz jungen Knospe. Die ausgebildeten Blätter zerfallen in Laubblätter (die gewöhnlichen meist grün gefärbten, dem Ernährungsprocesse dienenden Blattgebilde), Neben- oder Achsel- und Deck-, Vor- oder Hochblätter (Schutzorgane der Laubblätter und Blüten) und Blütenblätter (s. Blüten). Die Laubblätter sind an den Knoten der Achse angeheftet, entweder gestielt oder stiellos (sitzend), bald einzeln (abwechselnd) gestellt, bald gegen- oder quirl(wirtel)ständig. Ihre Form ist außerordentlich verschieden, im allgemeinen entweder einfach oder zusammengesetzt. Ein einfaches Blatt besteht blos aus einer einzigen mit dem Stiel innig verwachsenen Blattscheibe (Blattspreite, Blattfläche, limbus foliі), wie Fig. 1 und 2 auf Taf. 4, ein zusammengesetztes dagegen aus mehrern (mindestens zwei) Blattscheiben (Blättchen), welche mit einem ihnen gemeinschaftlichen Blattstiel durch Gliederung (Articulation) verbunden sind, z. B. Fig. 7 auf Taf. 4. Eine Blattscheibe kann ganz und ganzrandig sein (Fig. 1), oder am Rande gesägt (Fig. 2), gezähnt, gekerbt, buchtig, eingeschnitten u. s. w., ferner gelappt (Fig. 3, ein dreilappiges, im gleich ganzrandiges Blatt), oder zertheilt (Fig. 4, ...

andtheiliges Blatt mit eingeschnittenen Theilstücken), der zerschnitten (Fig. 6, ein fiederschnittiges Blatt) . s. w. Die Hauptformen des zusammengesetzen lattes sind das gefingerte (Fig. 5) und das gefiederte Fig. 7, ein paarig gefiedertes Blatt mit in eine Wickel- anke auslaufendem gemeinschaftlichen Blattstiel, von iner Wicke). Fig. 8 ist ein doppeltgefiedertes Blatt; s gibt auch drei- bis vierfach gefiederte, ebenso doppelt-, reifach- und mehrfach fiederschnittige und fiedertheilige lätter. Ihrer Structur nach sind die Blätter bald ächenförmig, dünn (die meisten Blätter), bald massig, eischig, saftig (z. B. die Blätter des Hauslauchs, er Aloe, der Faserblume) und dann oft von mehrern lächen begrenzt. Die breiten dünnen Blätter zeigen uf einem senkrecht durch die Blattscheibe geführten chnitte unter dem Mikroskop einen sehr übereinimmenden Bau, namentlich bei den dikotylen Gewächsen. ie bestehen nämlich aus einer obern und untern (der bern und untern Fläche des horizontal gerichteten lattes entsprechenden) Oberhaut und zwei Schichten on chlorophyllhaltigem Grundgewebe, deren obere aus estreckten fest zusammenschließenden, die untere dagegen us merenchymatischen, sehr locker verbundenen und weite ntercellulargänge und Räume zwischen sich lassenden ellen gebildet ist (Taf. 2, Fig. 34: o e, obere, u e ntere Epidermis oder Oberhaut, o p obere, u p untere larenchymschicht, s p Spaltöffnung). In der untern dern Gewebschicht verlaufen stets die Gefäßbündel, elche aus der Achse durch den Stiel in die Blattscheibe intreten und sich hier in bestimmter aber höchst verschiedener Weise verzweigen, z. B. fiederförmig (Taf. , Fig. 1, 2, 5, 6, fiedernervige Blattscheiben, oder andförmig (Fig. 4, handnervige Blattscheibe). Die Thätigkeit (das Leben) der Laubblätter dauert entweder eine Vegetationsperiode (d. h. einen Sommer) der mehrere Jahre, in welchem Falle die Blätter eine derartige Consistenz zu bekommen pflegen. Pflanzen it solchen mehrere Jahre lebensthätig bleibenden lättern heißen, weil sie im Sommer und Winter lätter haben, immergrüne (z. B. die Nadelhölzer, die rangeriegewächse, der Epheu, die Myrthe), im Gegenatz zu den sommergrünen d. h. denjenigen, welche alle ahre ihre Blätter erneuern und nur vom Frühling is Herbst beblättert erscheinen. — Neben oder Afterlätter (stipulae) sind meist kleine Blattgebilde, welche ie Bestimmung haben, ein sich entwickelndes Laubblatt umhüllen, zu bedecken und folglich zu schützen. Das aubblatt befindet sich daher immer zwischen zwei solchen lattgebilden, welche entweder neben dem Blattstiele ehen (Taf. 3, Fig. 38), oder an den Blattstiel angewachsen sind (Fig. 37). Bei manchen Blättern erscheinen ie Nebenblätter in dornige Gebilde (Stipulardornen) mgewandelt (z. B. bei der Robinie oder sogenannten lazie). Eine sehr eigenthümliche Nebenblattbildung t die Gelenkscheide (auch Stiefelchen, ochrea), der nöterichgewächse (Fig. 39). Sie besteht aus zwei m Stengel umfassenden und miteinander verwachsenen, ber eine den Stengel umhüllende Scheide bildenden ebenblättern. Ein ganz anderes Gebilde ist das latthäutchen (ligula) der Gräser (Fig. 40) und anderer onokotyler Pflanzen, ein zartes verschieden geformtes meist farbloses Zipfelchen, welches quer über die lattscheibe an deren Basis gespannt erscheint. Seine estimmung ist unbekannt. — Die Deckblätter racteae) sind zum Schutz der unter ihrer Decke (in rer Achsel) sich entwickelnden Blüten oder Blütenuppen bestimmt. Sie haben meist ein zarteres Gefüge ls die Laubblätter, von denen sie sich außerdem bald urch eine andere Form, bald durch andere oft prächtige ärbung (z. B. rothe, blaue, violette, gelbe, weiße) unterscheiden. Nicht selten bilden Kreise von vielen kleinen oder unter sich verwachsenen Blättern förmliche Hüllen von stern-, scheiben-, schüssel-, becher-, kugelförmiger und anderer Gestalt um ganze Blütengruppen oder auch um Früchte.

Die Blüte (flos) ist ein aus Achsen- und Blattgebilden zusammengesetzter Apparat, zur Erzeugung keimfähigen Samens, also bestimmt für die Fortpflanzung des Gewächses zu sorgen. Eine vollständige Blüte besteht aus der Blütenachse (Blütenboden, thalamus, torus) und den an oder auf derselben eingefügten Blütenblättern, welche vier über- oder umeinander stehende Kreise bilden: den Kelch, die Blumenkrone, die Staubgefäße und den oder die Stempel (Taf. 4, Fig. 27, eine Lindenblüte, vergrößert von oben gesehen: im Centrum der einzige Stempel, sodann ein Kreis zahlreicher Staubgefäße, hierauf 5 Blumenkronenblätter und 5 kürzere mit diesen abwechselnde Kelchblätter). Unvollständig ist die Blüte, wenn einer oder mehrere dieser Blattkreise fehlen (z. B. bei Fig. 31, Blüte von Aristolochia Clematitis, wo blos eine einfache Blütenhülle vorhanden ist). Vollkommen heißt die Blüte, wenn sie keimfähigen Samen hervorzubringen vermag, d. h. wenn sie Stempel und Staubgefäße enthält, unvollkommen, wenn der Stempel oder die Staubgefäße fehlen. Sind beiderlei Organe vorhanden, so ist die Blüte zugleich eine Zwitterblüte; enthält sie nur Staubgefäße, so wird sie eine männliche, wenn nur Stempel, eine weibliche genannt. Fehlen beiderlei „Geschlechtsorgane", so ist sie geschlechtslos.

Die Blüten sind bei jeder Pflanze in bestimmter Weise angeordnet, im allgemeinen entweder end- oder achsel- oder seitenständig (an der Seite einer Achse neben einem Blatte oder demselben gegenüberstehend). Bildet der blütentragende Theil einer Achse eine bestimmt geformte, von den nicht blütentragenden Theilen mehr oder weniger abgegrenzte Gruppe, so heißt derselbe ein Blütenstand (inflorescentia). Solche Blütenstände sind z. B. die Aehre, Traube, Dolde, das Köpfchen, Kätzchen, der Zapfen u. s. w. (Fig. 9 bis 26). Die Blütenstände zerfallen in begrenzte und unbegrenzte. Bei erstern steht eine Blüte (die älteste) an der Spitze (am Ende) der die Blüten tragenden Achse (der Blütenstandsspindel); um dieselbe herum entwickeln sich entweder unmittelbar Blüten (jüngere) oder Nebenachsen, welche wieder durch eine Blüte „geschlossen" werden, um welche herum dann Blüten oder Nebenachsen dritter Ordnung entstehen u. s. f. (z. B. Fig. 24, eine „dichotomische" d. h. gabeltheilige „Trugdolde"). Bei den begrenzten Blütenständen muß folglich das Aufblühen der einzelnen Blüten von der Mitte des ganzen Blütenstandes nach dessen Peripherie hin erfolgen: centrifugal. Bei den unbegrenzten Blütenständen stehen die ältesten Blüten an der Basis, die jüngsten gegen das Ende hin der Spindel, welche in der Regel in eine nackte sterile Spitze ausläuft; das Aufblühen der einzelnen Blüten erfolgt hier also von unten nach oben (z. B. bei der Traube, Fig. 11) oder, wenn die Spindel verkürzt und infolge dessen die Blüten auf eine Ebene reducirt sind, wie bei der Dolde (Fig. 23), oder wenn die Blüten wegen verschiedener Länge ihrer Stile im eine Ebene zu liegen kommen, wie bei der Doldentraube (Fig. 10), von außen nach innen: centripetal. Zu den unbegrenzten Blütenständen gehören: die Aehre (spica), welche sich von der Traube (racemus) blos durch sitzende Blätter unterscheidet, die Doldentraube (corymbus, Fig. 10), eine Modification der Traube; Das Kätzchen (amentum, Fig. 12, vom Haselnußstrauch), aus eingechlechtigen, oft hüllenlosen Blüten bestehend, welche unter meist schuppenförmigen Brakteen

sitzen; der **Kolben** (spadix, Fig. 13, von Arum maculatum), eine fleischige Spindel, auf welcher eingeschlechtige meist hüllenlose Blüten untereinander gemengt oder voneinander gesondert eingefügt sind; der **Blütenquirl** (verticillus) aus sitzenden oder gestielten Blüten (Fig. 9, von Myriophyllum, wo mehrere Quirle längs einer Achse übereinander eingefügt sind); die einfache und die zusammengesetzte (Fig. 23) **Dolde** (umbella; wo gestielte Blüten auf einer solchen verkürzten Spindel beisammenstehen; das **Köpfchen** (capitulum), von der Dolde nur durch sitzende Blätter verschieden, und das **Blütenkörbchen** (calathium, Fig. 14—22). Bei diesem Blütenstande sitzen gewöhnlich sehr kleine Blüten dicht zusammengedrängt auf einer verkürzten Spindel, welche flach, scheibenförmig (Fig. 15), kegelförmig, (Fig. 16, 17), walzenförmig (Fig 22), kugelig, halbkugelig, convex oder concav und von einem oder mehrern Kreisen kleiner, meist schuppenförmiger, oft sehr eigenthümlich geformter und häufig untereinander verwachsener Brakteen umgeben ist, die zusammen die Korbhülle oder der Hüllkelch genannt werden (Fig. 15, 18, 19, 21). Die verkürzte Spindel (der Fruchtboden, receptaculum) ist entweder nackt (Fig. 15, 17) oder zwischen den Blüten mit Haaren, Borsten oder steifen Blättchen (Spreublättchen, Fig. 16, 22, a) besetzt. Die darauf eingefügten Blüten sind entweder Zwitterblüten oder eingeschlechtige, selten geschlechtslose. Im ersten Falle haben alle Blüten gleichgeformte Blumenkronen, z. B. bandförmige (Fig. 14, 19), oder trichterförmige (Fig. 22), im zweiten pflegen eingeschlechtige oder geschlechtslose nur in der Pheripherie des Fruchtbodens vorzukommen und entweder zungen(band)förmige Blumenkronen (Fig. 18) oder trichterförmige (Fig. 21) zu besitzen, welche zusammengenommen den „Strahl" des Blütenkörbchens bilden, während die übrigen Blüten dann gewöhnlich Zwitterblüten mit röhriger oder trichterförmiger Blumenkrone sind und dann zusammen die „Scheibe" genannt werden (Fig 18, 21). — Zu den begrenzten Blütenständen gehören die **Trugdolde** (cyma), welche unter sehr verschiedenen Formen auftritt, am häufigsten als gabeltheilige (dichasium, Fig. 24), der **Büschel** (fasciculus, Fig. 25), der **Knaul** (glomerulus), aus kleinen sitzenden, dicht gedrängten Blüten bestehend, die **Wickeltraube** (cincinnus, cyma scorpioidea, Fig. 26, vom Vergißmeinnicht) und **Wickelähre** (wenn die Blüten sitzend sind) u. a. m. Straußförmige oder längliche Gruppirungen von Blütenständen, z. B. von Trugdolden, Trauben, Köpfchen, Körbchen, werden **Rispen** (panicula) genannt. Noch ist zu erwähnen, daß die Blütenstände entweder end- oder achselständig, und bald mit Deckblättern versehen (Fig. 10, 23, 24), bald ohne solche oder nackt (Fig. 13, 29) sind.

Der **Blütenboden** wird bald nur von dem Ende des Blütenstiels gebildet (Fig. 38) oder er ist convex, halbkugelig, kegelförmig, walzenförmig. In allen diesen Fällen sind die Kreise der Blütenhüllblätter und Staubgefäße unter dem oder den Stempeln oder „hypogynisch" eingefügt (Fig. 27, 30, 38). Der Blütenboden kann aber auch als eine flache oder concave Scheibe oder gar als ein krugförmiger oder hohler Körper ausgebildet sein. Dann pflegen die Kelchblätter mit dem Rande des Blütenbodens verwachsen, dagegen die Blumenkronenblätter und Staubgefäße auf dem Rande des Blütenbodens, d. h. an der Grenze zwischen diesem und dem Kelche eingefügt zu sein (Fig. 28, Durchschnitt einer einfachen Rose). Und da der oder die Stempel das Centrum des scheibenförmigen Blütenbodens einnehmen, so werden die Staubgefäße und Blumenblätter um die Stempel, oder bei einem hohlen Blütenboden, welcher die Stempel umschließt (Fig. 2[illegible]) wenigstens um die Griffel herumstehen, d. h. „perigynisch" eingefügt sein. Häufig ist ein hohler Blütenboden mit dem Fruchtknoten, d. h. dem später zur Frucht werdenden Theile des Stempels, innig verwachsen. Dann erscheint der Fruchtknoten unterhalb der Blütenhüllen, er ist „unterständig", und sind die Blütenhüllen und Staubgefäße scheinbar auf dem Fruchtknoten oder „epigynisch" eingefügt (Fig. 29, Narcissenblüte, 31, Aristolochia). Der **Kelch** (calyx) bildet die äußere, die **Blumenkrone** (corolla) die innere Umhüllung der Blüten. Ersterer ist mitunter doppelt; dann heißt der äußere ein **Außenkelch** (epicalyx). Die Blumenkrone ist manchmal auch aus mehrern Kreisen von Blättern gebildet. Hat eine Blüte nur eine einfache Blütenhülle, so nennt man dieselbe **Perigon** (perigonium), z. B. bei Narcisse und Aristolochia. Alle Blütenhüllen bestehen entweder aus getrennten Blättern (z. B. bei der Linde, Fig. 27 und dem Spindelbaum, Fig. 30), oder sie sind aus untereinander verwachsenen Blättern gebildet: verwachsenblätterige, ganzblätterige oder einblätterige Hüllen (z. B. die Blumenkrone von Primula, Fig. 34). Die Blütenhüllen sind ferner entweder regelmäßig, d. h. alle ihre Blätter oder Abtheilungen von gleicher Form und Größe (Fig. 27, 29, 30, 34, 38), oder unregelmäßig (Fig. 31, 33, 35, 36, 37). Besonders bemerkenswerthe Formen der unregelmäßigen Blumenkrone, und zwar der verwachsenblätterigen, sind: die bandförmige (Fig. 14, 18), die zweilippige (Fig. 33), die maskirte und gespornte (Fig. 35); unter der getrenntblätterigen ist die schmetterlingsförmige (Fig. 36) eine der auffallendsten. Der Kelch ist gewöhnlich kleiner als die Blumenkrone (Fig. 27, 36, 37) und meist grün gefärbt und von krautiger Beschaffenheit, bisweilen aber größer als die Blumenkrone, von zarter Textur und bunter Färbung, z. B. beim Sturmhut, wo er ungleich unregelmäßig und zwar helmförmig ist (Fig. 31). Bei dieser Pflanze sind die Blumenblätter, nur zwei, unter dem obern gewölbten Kelchblatt eingeschlossen und als gestielte hohle Kapuzen ausgebildet (Fig. 33, n). Solche hohle Blumenblätter, desgleichen sporn- oder sackförmige Verlängerungen der Blumen-, Kelch- oder Perigonblätter sondern stets Nektar (Blumenhonig), eine süße Flüssigkeit, die oft auch an andern Theilen der Blütentheile ausgeschieden wird. Deshalb nannte man früher dergleichen hohle Blütenblätter Honiggefäße (nectaria).

Die **Staubgefäße** (stamina) bestehen gewöhnlich aus einem Stiel, dem Staubfaden (filamentum), und dem auf oder an demselben befestigten **Staubbeutel** (anthera), z. B. Fig. 44. Letzterer ist der wichtigste Theil, weil er den befruchtenden **Blütenstaub** (Pollen) enthält, welcher in seinem Innern sich bildet. Der Staubbeutel besteht nämlich aus zwei Hälften, die entweder ein einziges oder mehrere mit dem Pollen gefüllte Fächer enthalten und sich zuletzt bald mit einer Längsspalte, bald mit Löchern oder Klappen öffnen, um den Pollen zu entleeren (zu „verstäuben"). Die beiden Antherenhälften werden durch das Mittelband (connectivum) zusammengehalten, welches am häufigsten eine unmittelbare Verlängerung des Filaments ist (Fig. 45), selten einen auf dem Staubfaden ruhenden Querbalken bildet (Fig. 46). Oft ist der Staubbeutel mit dem Filament ganz getrennt und beweglich auf ihm wie eine Magnetnadel eingelenkt: aufliegender Staubbeutel (Fig. 44). Fehlt der Staubfaden ganz, so ist der Staubbeutel sitzend (Fig. 32). Der Blütenstaub besteht in der Regel aus isolirten Zellen (Pollenkörnern) von verschiedener Form; seltener sind die Pollenkörner mit einander verklebt und bilden bestimmt geformte Pollenmassen

linarien), wie z. B. bei den Orchideen. Die
r haben gewöhnlich eine doppelhäutige Wan-
sind mit einem stickstoffreichen granuldsen
villa) angefüllt. Die äußere Haut ist dick
die innere dünn und sehr dehnbar. In der
gewöhnlich Löcher oder Spalten vorhanden,
e die innere oft blasenförmig hervorragt
8). Die äußere ist bisweilen mit vorragen-
, Höckern, Stacheln u. s. w. besetzt, oft von
er Sculptur (z. B. Fig. 49). — Zwischen
nkrone und den Staubgefäßen befindet sich
i Blüten ein Kreis eigenthümlich geformter,
ektar aussondernder Blattgebilde, zusammen
ne (paracorolla) genannt, z. B. bei der
ume (Taf. 28, Fig. 17). Dahin gehört auch
nnte Becher (scyphus) in der Blume der
Fig. 29). — Der Stempel (pistillum) be-
dem Fruchtknoten (ovarium), dem Griffel
nd der Narbe (stigma). Der Fruchtknoten
untern verdickten Theil des Stempels und
wöhnlich auf seiner Spitze — eine oder meh-
l, d. h. faden- oder stielförmige, selten blatt-
ilde, welche mit einer einfachen oder gelapp-
ltenen, getheilten u. s. w. Narbe endigen
41). Bisweilen ist der Griffel seitenständig
i einem vierlappigen Fruchtknoten — grund-
Fig. 40), häufig fehlt er ganz; dann sitzt die
nittelbar auf oder an dem Fruchtknoten. Letz-
nwendig hohl und zwar entweder mit einer
öhlung versehen oder durch Scheidewände in
getheilt (Fig. 42, Querschnitt eines zehnfäch-
chtknoten). In seinem Hohlraume oder in den
ind die Samenknospen (Pflanzeneier), die sich
ehener Befruchtung in keimhaltige Samen um-
in bestimmter Weise befestigt. Die Narbe
s einem lockern Zellgewebe, welches zur Zeit,
efruchtung erfolgen soll, eine klebrige zucker-
ubstanz ausscheidet. Die Stempel sind ent-
ne Blattgebilde oder gleichzeitig Achsen- und
lde. Jeder oberständige Stempel ist ein Blatt-
er besteht entweder aus einem einzigen, zu-
krümmten und mit seinen Rändern verwach-
latte (Fruchtblatt, Karpellarblatt) oder aus
solchen zusammengewachsenen Blättern. Dann
Zahl der Griffel oder Narben die Anzahl der
blätter anzugeben (z. B. Fig. 41). Ein unter-
Fruchtknoten ist dagegen großentheils ein
bilde, denn er wird in der Hauptsache von dem
wickelten Blütenboden gebildet, in welchem die
rblätter eingewachsen sind. Letztere bilden auch
den oder die Griffel und Narben. Ist ein con-
ütenboden mit dem Fruchtknoten innig verwach-
scheint letzterer zur Hälfte unterhalb, zur Hälfte
(innerhalb) der Blütenhüllen: halb unter-
Fruchtknoten. Einfache, aus einem Karpellar-
ildete Stempel kommen gewöhnlich in Mehr-
t zu vielen, ja zu Hunderten (z. B. bei man-
unkelgewächsen) in einer Blüte vor. Bisweilen
sich unter einem oberständigen Stempel eine
bsondernde Scheibe (discus hypogynus), welche
auch die Staubgefäße trägt (z. B. bei Evony-
ig. 30). — Noch sind die Verwachsungen
hnen, welche bei den Staubgefäßen und Stem-
rkommen. Bei erstern können entweder die
den oder die Staubbeutel verwachsen sein; im
Falle bilden diese eine Röhre, durch welche sich
sel des Stempels hindurch erstreckt (Fig. 20).
kommt eine Verwachsung der Staubbeutel mit
riffel vor, der dann als ein fleischiges volumi-
Organ entwickelt zu sein pflegt (bei allen Orchi-
deen, desgleichen bei Aristolochia, Fig. 32). Sehr
häufig sind Verwachsungen einfacher Blattpistille zu
einem scheinbar einzigen (zusammengesetzten) Stempel.

Die in dem Fruchtknoten befindlichen Samenknospen müssen befruchtet werden, wenn sie sich in keimhaltige und keimfähige Samen umwandeln sollen. Die Befruchtung wird eingeleitet durch Uebertragung des Blütenstaubs auf die Narbe. Hier dehnt sich die innere Haut der Pollenkörner durch Einwirkung der Narbenfeuchtigkeit aus und tritt schlauchförmig durch die Oeffnungen der äußern heraus (Fig. 50). Diese Pollenschläuche dringen hierauf durch das um diese Zeit aufgelockerte Gewebe des Griffels in die Fruchtknotenhöhle oder in deren Fächer, ja bis in die Samenknospen hinein (Fig. 51, Längsdurchschnitt eines Stempels zur Zeit der Befruchtung, schematisch). Letztere, nur aus Grundgewebe bestehend, enthalten in ihrem Innern eine große Zelle, den Keimsack (Fig. 51, e, 52, Samenknospe von Lamium purpureum) und sind gewöhnlich von zwei Häuten umgeben (Knospenhäuten), welche an der Spitze der Samenknospen von einem auf den Keimsack zuführenden Kanal (Knospenmund, Mikropyle) durchbrochen erscheinen. Durch diesen Kanal dringen die Pollenschläuche in die Samenknospen (d. h. in eine Knospe nur je ein Pollenschlauch) und legen sich an den Keimsack an, in dessen Scheitelgegend sich dann zwei Zellen, die Keimbläschen, befinden (Fig. 53, oberer Theil des Keimsacks von Lamium purpureum im Moment der Befruchtung). Durch diese Berührung wird die eine der beiden Zellen, und zwar die zweite, vom Pollenschlauchende entferntere, befruchtet, d. h. veranlaßt, sich schlauchförmig nach unten auszudehnen und in ihrem untern Ende eine Zelle zu bilden, wodurch ein kleiner kugeliger Zellenkörper entsteht, das Keimkügelchen (Embryokugel), die erste Grundlage des Keimes (Fig. 54, ein frei präparirter Keimsack, Fig. 55, der untere Theil desselben von derselben Pflanze). Während oder schon vor der Bildung des Keimkügelchens füllt sich der Keimsack mit einem nährstoffreichen Zellgewebe (Endosperm, Fig. 54, 55) an, welches für die Ernährung des sich entwickelnden Keimes zu sorgen hat. Indem nun das Keimkügelchen zum wirklichen Keime (embryo) sich ausbildet und die Knospenhäute zur Samenschale werden, gestaltet sich die befruchtete Samenknospe, zugleich an Umfang zunehmend und ihre Form verändernd, zum Samen (semen) um. Dieser besteht entweder nur aus der Samenschale und dem Keime (z. B. bei der Bohne, Fig. 59, halbirte Bohne) oder enthält außer dem Keime noch einen „Eiweißkörper" (Sameneiweiß), welcher den Keim entweder umschließt oder demselben seitlich anliegt (z. B. bei den Getreidearten, Fig. 56, a Eiweiß, b Keim) oder von ihm umschlossen wird und immer ein Rest des Endosperms ist. Seine Zellen sind stets mit Reservestoffen erfüllt. Der ausgebildete Keim besteht aus dem Knöspchen oder Federchen (plumula), dem Würzelchen (radicula) und dem Achsentheil oder Stengelchen (caudiculus, hypokotyles Glied), an welchem die Samenlappen (Kotyledonen) befestigt sind (Fig. 59, c isolirter Bohnenkeim ohne Kotyledonen, b Bohnenkeim mit dem einen Samenlappen in der halbirten Samenschale liegend). Die Mehrzahl der Pflanzen hat zwei Kotyledonen am Keime (zweisamenlappige Gewächse), welche dann stets gegenständig sind, manche (nur eine Anzahl von Nadelhölzern) haben mehr als zwei, stets wirtelförmig gestellte Samenlappen, ziemlich viele dagegen besitzen nur einen (einsamenlappige Gewächse). Dann ist der Samenlappen rings um die Achse des Keimes angewachsen und erscheint als ein sehr verschieden geformtes, hohles, den Keim mehr oder weniger mantelförmig umschließen-

des Gebilde (Fig. 58, Keim des Roggens, a herausgeschält, vom Kotyledon umhüllt, b im Längsdurchschnitt). Bei zweisamenlappigen Pflanzen sind die Kotyledonen, wenn der Samen keinen Eiweißkörper enthält, immer groß und dick und ihre Zellen mit Reservestoffen angefüllt. Sie bilden dann ausschließlich den Kern des Samens, z. B. bei der Bohne. Der Samen einsamenlappiger Pflanzen besitzt gewöhnlich, derjenige mehrsamenlappiger fast immer einen Eiweißkörper. Aeußerlich macht sich an der Samenschale immer die Stelle bemerkbar, wo der Samen angeheftet war, der Nabel (hilus, z. B. Fig. 59, an dem linken Rande).

Während aus den Samenknospen Samen werden, gestaltet sich die Wandung des Fruchtknotens, indem sie sich vergrößert und mannichfache Structurveränderungen erleidet, zum Fruchtgehäus (pericarpium) um. So wird aus dem Fruchtknoten die **Frucht** (fructus), wobei der etwa vorhandene Griffel mit abgeworfen wird, seltener stehen bleibt oder wol gar sich vergrößert. Die äußere und innere Gestaltung der Frucht ist ungemein verschieden. Je nach der Ausbildung des Perikarps kann man die zahllosen Formen von Früchten zunächst in trockene und fleischige oder saftige, erstere wieder in aufspringende und geschlossen bleibende eintheilen. Die aufspringenden Trockenfrüchte zerfallen wieder in kapselartige, wo die Wandung des Fruchtgehäuses sich in bestimmter Weise (mit Klappen, Löchern, Spalten, Deckel) öffnet, um die im Innenraume oder dessen Fächern enthaltenen Samen herauszulassen (Fig. 62, 66 bis 71), und in Spaltfrüchte, wo sich die ganze Frucht der Länge oder Quere nach in zwei oder mehrere meist geschlossen bleibende einsamige Stücke theilt (Fig. 63, 65, 72). Zu erstern gehören z. B. die Balgfrucht (folliculus), die sich blos an einer Seite, da wo die Samen angeheftet sind (an der „Bauchnaht"), öffnet (Fig. 62, von Paeonia), die Hülse (legumen), welche mit zwei Klappen von der Spitze nach der Basis zu aufspringt (Fig. 71), die Schote (siliqua), eine ebenfalls mit zwei Klappen, aber in entgegengesetzter Richtung aufspringende und eine als Samenträger dienende Scheidewand enthaltende Frucht (Fig. 69, hier von dem vergrößerten stehengebliebenen Griffel „geschnäbelt"), welche häufig auch als Schötchen (silicula) auftritt (Fig. 70), ferner die sehr verschieden construirte Kapsel (capsula), welche bald mit Klappen aufspringt (Fig. 68), bald ringsherum (Fig. 66), bald mit einem Deckel (Fig. 67, vom Bilsenkraut) und sowol aus einem ober- als unterständigen Fruchtknoten hervorgehen kann, während die vorhergenannten Fruchtformen sich nur aus einem oberständigen Fruchtknoten entwickeln. Unter den Spaltfrüchten sind die doppeltgeflügelte Frucht der Ahorne (Fig. 65), die durch Auswachsen der Griffel langgeschnäbelte Frucht der Storchschnabelgewächse (Fig. 63) und die Frucht der Doldengewächse (Taf. 25, Fig. 4, 11) die bekanntesten; zu den seltenern Formen gehört die Gliederschote (Fig. 72, von Hypecoum). Nicht aufspringende Trockenfrüchte sind z. B. die Flügelfrucht der Rüstern (Fig. 64) und Birken, die Nußfrucht (Eichel, Haselnuß, Buchel, Edelkastanie) u. s. w. Die Nußfrucht ist immer von einer aus verwachsenen oft verholzten Brakteen entstandenen Hülle (cupula) mehr oder weniger umgeben, die bei der Eichel als das bekannte becherförmige Schälchen auftritt, bei der Rothbuche und Edelkastanie aber die Frucht (gewöhnlich 2 bis 3 Früchte) als eine vollkommen geschlossene, zuletzt kapselartig mit Klappen aufspringende, äußerlich stachlige Hülle umgibt (Fig. 73, Buchenfrucht). Die fleischigen Früchte zerfallen in Steinfrüchte und Beerenfrüchte. Bei erstern besteht das Fruchtgehäus aus einer äußern dünnen Schale, einer dicken meist fleischig-saftigen Mittelschicht und einer innern steinharten Schicht, welche einen geschlossenen hohlen, den oder die Samen enthaltenden Kern (Steinkern) bildet; so bei den Pflaumen, Kirschen, Pfirsichen u. s. w. Die Beerenfrüchte, zu denen auch die Orangenfrucht und Kürbisfrucht (Kürbisse und Gurken) gerechnet werden, enthalten unter einer äußern Schale ein saftiges oft breiiges Fleisch, in welchem die Samen liegen. Wenn an der Bildung der Frucht sich nicht allein der Fruchtknoten, sondern auch andere Blütentheile betheiligen, die bei der Bildung aller bisjetzt erwähnten Fruchtformen meist abfallen, so entsteht eine „Scheinfrucht". Zu den Scheinfrüchten gehören z. B. die Hagebutte oder Frucht der Rosen (Fig. 75), wo der genießbare fleischige Theil durch Verdickung des hohlen Blütenbodens gebildet wird. Dasselbe ist bei der Apfelfrucht (pomum) der Fall, wo die eigentlichen Früchte bald als ein- oder mehrsamige Kapselfächer, welche ein Kerngehäuse bilden, entwickelt sind (bei Apfel, Birne und Quitte), bald als Steinkerne (z. B. bei der Mispel, Fig. 74). Die Erdbeere ist ebenfalls eine Scheinfrucht, denn sie wird von dem vergrößerten fleischig gewordenen Blütenboden gebildet, der auf seiner Oberfläche die eigentlichen Früchte, einsamige Nüßchen trägt. Bei manchen Pflanzen verwandeln sich ganze Blütenstände in eine Scheinfrucht, so bei der Feigen- und Maulbeerbaume und bei der Ananaspflanze. Die Feige ist eine hohle Blütenstandsspindel, welche auf ihrer innern Fläche die Blüten trägt und durch Verdickung fleischig wird (Taf. 19, Fig. 4, a, b), die Maulbeere ein weibliches kugeliges Kätzchen, welches durch Verwachsen der fleischig-saftig gewordenen Blütenhülle zu einem himbeerartigen Körper geworden ist, die Ananas (Taf. 12, Fig. 2) eine in ähnlicher Weise durch Fleischigwerden der Perigone der dicht beisammenstehenden Blüten entstandener Fruchtkörper. Fig. 3 zeigt den Blütenstand der Ananaspflanze sehr verkleinert. Zu den Scheinfrüchten werden gewöhnlich auch die Zapfen der Nadelhölzer gerechnet, doch gehören dieselben eigentlich nicht hierher, da sie keine Früchte, sondern nur Samen enthalten (s. Coniferen).

III. Lebenserscheinungen der Pflanzen.

Die hauptsächlichsten Erscheinungen des Pflanzenlebens sind das **Keimen** der Samen, die Vorgänge der **Ernährung**, des **Wachsens**, der **Fortpflanzung** und der **Tod**. Jeder aus einer befruchteten Samenknospe hervorgegangene Same besitzt die Fähigkeit zu keimen, d. h. seinen Keim zu einer neuen Pflanze zu entwickeln. Dazu ist aber eine gewisse Menge von Wärme und Feuchtigkeit und der Zutritt der Luft und des Lichts erforderlich; möglicherweise spielen dabei auch Elektricität und Magnetismus eine Rolle. Endlich muß der keimfähige, d. h. der einen entwickelungsfähigen Keim und eine hinreichende Menge von Reservestoffen (im Eiweißkörper oder den Kotyledonen) enthaltende Samen in einem der Natur der Pflanze, von welcher er abstammt, entsprechenden Medium liegen, z. B. bei Wasserpflanzen im Wasser. Der Keimungsproceß wird zunächst durch Wärme angeregt und durch dieselbe unterhalten: die meisten Samen keimen bei einer mittlern Tagestemperatur von + 5 bis 15° R. Durch das zum Samen tretende Wasser wird dessen Zellgewebe aufgeweicht und von neuem, indem sich die Zellwände ausdehnen, für den Diffusionsproceß vorbereitet. Das in die Zellen eindringende Wasser löst zunächst das Aleuron auf, welches hierauf durch den Sauerstoff der eingedrungenen Luft in seine Bestandtheile zerlegt wird. Infolge dessen entsteht Kohlensäure, welche theils entweicht, theils vom Wasser absorbirt zur Auflösung des etwa vorhandenen Stärkemehls verwendet wird. Es

ten nun chemische Umbildungen der gelösten Stoffe
nd Neubildungen ein, die hier nicht weiter verfolgt
erden können und deren Endresultat theils die Bil-
ung von Protoplasma, theils von neuen Zellen ist.
ie in den Kotyledonen oder im Eiweißkörper aufge-
peicherten Reservestoffe werden also aufgelöst und zur
rnährung des Keimes verwendet, während sich der-
lbe zu einer neuen Pflanze entwickelt. Die Ausdeh-
ung des Keimes beginnt in dem Würzelchen und hört
it der Entfaltung des Knöspchens auf. Durch die
treckung des Würzelchens wird die Samenschale zer-
prengt und zwar stets an der Stelle des ehemaligen
nospenmundes; hier tritt das Würzelchen hervor, senkt
ch in den Boden und entwickelt sich zur Hauptwurzel,
der es verkümmert und wird durch eine Faserwurzel
rsetzt. Durch die Streckung des hypokotylen Gliedes
erden bei der Mehrzahl der zweisamenlappigen Pflan-
en die beiden Kotyledonen über den Boden emporge-
oben, worauf sie sich ausbreiten, grün färben, Spalt-
ffnungen bekommen und die Rolle der Blätter so lange
pielen, bis die ersten Blätter durch Entfaltung des
nöspchens gebildet sind (Taf. 4, Fig. 60). Dasselbe
eschieht bei der Mehrzahl der Nadelhölzer (Fig. 61,
eimpflanze einer Fichte), wo sich die Kotyledonen zu-
etzt sternförmig ausbreiten. Bei allen einsamenlappi-
gen Gewächsen dagegen und auch bei einigen zwei-
amenlappigen (z. B. bei den Eichen, Wicken) bleiben
er oder die Samenlappen innerhalb der Samenschale
nd folglich unter dem Boden und spielen blos die
Rolle von Nährstoffbehältern. Bei den einsamenlap-
pigen bricht das aus übereinander gestülpten Blatt-
kegeln bestehende Knöspchen aus dem Kotyledon heraus
und tritt als ein spitzer Kegel aus dem Boden hervor
(Fig. 57, keimendes Maiskorn im Längsdurchschnitt).
So lange die Keimpflanze ihre ersten Blätter noch nicht ent-
altet hat, wird sie blos durch die Reservestoffe der Kotyle-
onen oder des Eiweißkörpers ernährt; sowie aber die Blät-
er des Knöspchens entfaltet sind, ist sie selbständig ge-
orden, d. h. im Stande, sich von den Stoffen des Bodens
nd der Luft zu ernähren, indem sie dieselben „assimilirt".

Die im Boden wurzelnde und mit Laubblättern ver-
ehene Pflanze **ernährt** sich blos von unorganischen
Stoffen. Nächst dem Wasser, welches sie vorzugsweise
em Boden entnimmt, und der Kohlensäure, welche sie
auptsächlich aus der Luft erhält, sind Ammoniak,
alpetersaure, schwefelsaure, phosphorsaure und kiesel-
aure Salze (Verbindungen dieser Säuren mit Kalk,
ali, Natron, Magnesia u. s. w.), endlich Eisenver-
indungen die wichtigsten. Alle diese mineralischen
Stoffe können nur dem Boden entnommen werden;
us der Luft wird außer Kohlensäure noch Sauerstoff-
nd Stickstoffgas aufgenommen, letzteres jedoch nach-
ewiesenermaßen von der Pflanze nicht verarbeitet Bei
er Verbrennung einer Pflanze werden der Kohlenstoff,
elcher stets die Hauptmasse jeder Pflanzensubstanz bil-
et, desgleichen das Wasser und der Stickstoff zerstört
erbrannt), während die andern genannten Stoffe als
sche zurückbleiben; deshalb werden die letztern auch
ie „Aschenbestandtheile" der Pflanzen genannt. Dieselben
üssen im aufgelösten oder im Wasser lösbaren Zu-
ande im Boden sein oder in einen solchen Zustand
ergeführt (aufgeschlossen) werden, sollen sie mit dem
Wasser von den Wurzeln aufgenommen werden. Das
Aufschließen" der Mineralstoffe scheint durch Säuren zu
eschehen, welche von den Wurzeln selbst ausgeschieden
erden (vorzüglich Kohlen- und Oxalsäure). Die Auf-
ugung der flüssigen Bodennahrung wird durch die
Wurzelhaare bewirkt. Diese sind deshalb mit den
odentheilchen (Sand- und Erdklümpchen) innig ver-
achsen (Taf. 2, Fig. 17). Die Gase der Atmosphäre
werden von den Blättern und zwar durch die Spalt-
öffnungen aufgenommen. Auch vermögen die Blätter
und alle mit einer Oberhaut überzogenen oberirdischen
Pflanzentheile tropfbar flüssiges Wasser (Regen, Thau)
durch die Membranen der Oberhautzellen aufzusaugen.
Die von den Wurzeln aufgesaugte Nährflüssigkeit des
Bodens wird nun als roher Nahrungssaft durch die
Achse und deren Verzweigungen, und zwar innerhalb
des Holztheiles der Gefäßbündel bis in die Blätter
emporgeführt, woselbst sie mit den Gasen der Atmo-
sphäre in Berührung kommt. Durch die Thätigkeit des
Chlorophylls (s. o. S. 5) wird die Kohlensäure der
Luft unter der Mitwirkung von Licht und Wärme zer-
setzt. Auch der rohe Nahrungssaft, welcher schon unter-
wegs vielfache Veränderungen erlitten hat, wird in
seine Bestandtheile zerlegt und nun aus diesem und
dem freigewordenen Kohlenstoff der Kohlensäure unter
dem oxydirenden Einflusse des aus der Luft aufgenom-
menen Sauerstoffs eine bildungsfähige (plastische)
Flüssigkeit hergestellt, aus welcher theils Protoplasma,
theils die Baustoffe neuer Zellen (Cellulose), theils
Reservestoffe zu entstehen vermögen. Dieser Bildungs-
stoff wird aus den Blättern durch gewisse Bastgeweb-
zellen der Gefäßbündel (Leitzellen) in die Achse geleitet
und circulirt hier innerhalb des Bastgewebes, sich im
allgemeinen nach unten zu bis in die Wurzeln verbrei-
tend, überhaupt aber überallhin (daher auch aufwärts
zu den über den assimilirenden Blättern befindlichen
Pflanzengliedern, z. B. Blüten und Früchten) dringend,
wo seine Gegenwart zur Ernährung bereits vorhande-
nen oder zur Bildung neuen Zellgewebes nothwendig
ist. Alle diese Vorgänge zusammengenommen bilden
die **Saftbewegung** in der Pflanze. Die bei derselben
thätigen Kräfte sind noch nicht genügend ermittelt; je-
doch ist so viel gewiß, daß bei dem mit bedeutender
Gewalt erfolgenden Aufsteigen des rohen Nahrungs-
saftes eine von unten her wirkende Wurzeldruckkraft
und eine durch die Verdunstungen des Wassers in den
Blättern eingeleitete abwärts saugende Kraft die Haupt-
rolle spielen, während bei der Circulation des Bil-
dungssaftes vorzüglich chemische Kräfte (Anziehungen)
thätig zu sein scheinen. Die Umwandlung der von
außen aufgenommenen anorganischen Stoffe in Pflanzen-
substanz, welche durch die Thätigkeit des Chlorophylls
eingeleitet und im Grundgewebe der Rinde u. s. w.
vollendet wird, heißt die **Assimilation**. In den
Blättern geht dieselbe Hand in Hand mit der **Respi-
ration** (Athmung), d. h. der Aufnahme und Aus-
scheidung von Kohlensäure und Sauerstoff, ein Vor-
gang, welcher für das Leben der Pflanze ebenso wich-
tig ist, als das Athmen für das Leben der Thiere.
Und zwar werden am Tage, besonders im Sonnenlicht,
durch die Blätter große Mengen von Kohlensäure aus
der Luft aufgenommen und große Mengen von Sauer-
stoffgas in die Luft ausgeschieden; bei Nacht ist der
Proceß ein umgekehrter, doch sind die Mengen von
Sauerstoff, die dann die Pflanze der Luft entnimmt,
und die Mengen von Kohlensäure, welche sie ausschei-
det, viel geringer als am Tage. Durch die vorzugs-
weise von den Blättern unterhaltene Verdunstung von
Wasser oder den Proceß der **Transspiration** werden
der Luft auch sehr bedeutende Mengen von Wasser zu-
geführt. Hierdurch und durch die Sauerstoffausschei-
dung tragen die Pflanzen wesentlich zur Verbesserung
der Luft bei, machen sie für Menschen und Thieren an-
genehmer zu athmen und für deren Blutbereitung zu-
träglicher. Deshalb ist die Waldluft so angenehm, so
frisch und gesund, die Luft in großen Städten dagegen
so ungesund. — Gleichzeitig mit der Assimilation, als
deren Endresultat die Ablagerung von Reservestoffen

in Samen, Stamm, Wurzeln und Knospen zu bezeichnen ist, erfolgt die Secretion, d. h. die Ausscheidung oder Ablagerung von Stoffen, welche für das Leben der Pflanze gleichgültig zu sein scheinen, für den Menschen aber oft von hoher Bedeutung sind, z. B. Wachs, Gummi, ätherische Oele, Harze, Balsame, Farbstoffe, Kautschuk, Alkaloide u. s. w.

Durch die Ernährung wird das Wachsthum der Pflanze ermöglicht. Dasselbe besteht theils in der Bildung neuer Pflanzenglieder (neuer Blätter, Knospen, Nebenachsen, Wurzeln, Blüten u. s. w.), theils in der Vergrößerung bereits vorhandener (Verdickung der Wurzeln und Achsen durch Verdickung der Gefäßbündel und besonders des Holzkörpers, Vergrößerung des Fruchtknotens bei dessen Umwandlung in die Frucht u. a. m.). Das Wachsen beruht theils auf der Bildung neuer Zellen, theils auf der Ausdehnung bereits vorhandener oder der neugebildeten Zellen und auf der Verdickung von deren Membranen. Die Pflanzenglieder wachsen in verschiedener Weise. Bei den Wurzeln und Achsen ist der Sitz der Neubildung von Zellen in den Spitzen und innerhalb des Cambiumcylinders, bei den Blättern (im weitesten Sinne) vorzüglich in deren Basis. Achsen und Wurzeln haben im allgemeinen ein unbegrenztes, die Blätter ein begrenztes Wachsthum, denn ein Blatt vergrößert sich in der Regel nicht mehr, nachdem es sich völlig ausgebildet hat. Das Wachsthum ist ferner verschieden während der einzelnen Jahres- und Tageszeiten. Während es — bei allen ausdauernden, d. h. viele Jahre lebenden Pflanzen, z. B. den Bäumen — im Winter ganz ruht oder wenigstens zu ruhen scheint (die Wurzeln wachsen auch im Winter), steigert sich das Wachsthum im Frühling im Verhältniß als die Wärme steigt und die Tage länger werden und verlangsamt sich wieder im hohen Sommer und namentlich gegen den Herbst hin, bis es im Spätherbst oder schon früher ganz aufhört. Während der Vegetationsperiode, d. h. vom Frühling bis Herbst (bei den blattwechselnden Bäumen und Sträuchern vom Laubausbruch bis zum Laubabfall), ist das Wachsthum bei Tage reger als bei Nacht, in den Vormittagsstunden intensiver als in den Nachmittagsstunden. Die Erscheinungen des Wachsens (ebenso der Ernährung und des Keimens) lassen also eine gewisse Periodicität erkennen, welche vorzüglich in den Einflüssen der Außenwelt, in dem Gange der Temperatur, dem Wechsel von Tag und Nacht u. s. w. begründet ist. Das Leben der Pflanze ist, weil sie im Boden wurzelt und sich daher nicht, wie die Mehrzahl der Thiere, von ihrer Geburtsstätte fortbewegen kann, von der sie umgebenden Natur (von den Standortsverhältnissen) gänzlich abhängig. Diese Abhängigkeit des Pflanzenlebens tritt auch bei dessen wichtigster Aufgabe, bei der Fortpflanzung, auffallend hervor. Die Forschungen der Neuzeit haben überzeugend dargethan, daß die Uebertragung von Blütenstaub einer Zwitterblüte auf deren Narbe keinen Erfolg hat, d. h. eine Befruchtung der in dem Fruchtknoten befindlichen Samenknospen nicht bewirkt (wenigstens bei der Mehrzahl der bisher in dieser Beziehung beobachteten Pflanzen), sondern daß eine Befruchtung nur dann eintritt, wenn der Pollen der einen Blüte auf die Narbe einer andern Blüte gelangt (also durch Kreuzung). Abgesehen von den Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten, bei denen eine Selbstbefruchtung nicht vorkommen kann, hat die Natur durch die verschiedenartigsten Einrichtungen der Blüten, welche hier nicht erörtert werden können, die Selbstbefruchtung unmöglich zu machen gesucht. Die Uebertragung des Pollens aus einer Blüte in die andere wird nun vorzüglich durch Insekten vermittelt (bei Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten auch durch den Wind, und bei es im Wasser schwimmende Gewächse, durch die Wellenbewegung des Wassers). Die Fortpflanzung, richtiger d. Bildung keimfähigen Samens, ist folglich abhängig theils von Wind und Wetter, theils von den Insekten. Ueber die Vorgänge der Befruchtung und Keimbildung s. S. .

Bezüglich der Lebensdauer zerfallen die Pflanzen in einjährige, zweijährige und vieljährige, letztere wieder in monokarpische, rhizokarpische oder perennirende, und kaulokarpische oder Holzgewächse. Die einjährigen Pflanzen bleiben nur eine Vegetationsperiode hindurch lebendig, die höchstens sechs Monate währt: sie gehen z. B. im Frühling aus ihren Samen hervor und spätestens im Herbst, nachdem sie wieder Samen erzeugt haben, gänzlich zu Grunde (daher Sommergewächse genannt). Die zweijährigen Pflanzen bilden im ersten Jahre (in der ersten Vegetationsperiode) nur Blätter (einen Blätterbüschel), im zweiten Jahre eine die Blüten entwickelnde Achse, und gehen ebenfalls nach Erzeugung der Samen, spätestens im Herbst des zweiten Jahres, zu Grunde. Dasselbe tritt bei den monokarpischen Gewächsen ein, nur daß deren oberirdischer Pflanzenkörper eine Reihe von Jahren vegetirt, bevor er Blüten und Früchte bildet. Diese Pflanzen, deren Zahl beschränkt ist (zu ihnen gehört z. B. die sogenannte hundertjährige Aloe, Agave americana), blühen also nur einmal, gleich den zwei- und einjährigen Gewächsen; bei allen drei Kategorien tritt der Tod nach Erzeugung des Samens, man könnte sagen infolge allgemeiner Erschöpfung, ein. Die rhizokarpischen oder perennirenden Pflanzen sind krautartige Gewächse mit Rhizomen, welche alljährlich im Frühling aus ihren Knospen oberirdische Achsen entwickeln, die nach Erzeugung von Samen zu Grunde gehen, gerade wie die blütenerzeugenden Achsen der ein- und zweijährigen Gewächse. Aber die Rhizome bleiben lebendig, ihre Lebensdauer ist unbestimmt. Bei den Holzgewächsen endlich, welche in Halbsträucher, Sträucher und Bäume zerfallen, bleibt nicht allein der unter dem Boden befindliche Theil des Pflanzenkörpers, sondern auch der oberirdische, der Stamm mit seinen Aesten, jahrelang, bisweilen Jahrtausende, lebendig. Die Bildung von Samen zieht hier den Tod der ganzen Pflanze oder der oberirdischen Achse nicht nach sich; nur bei den Halbsträuchern pflegen diejenigen Achsen, welche Blüten erzeugt haben, zu vertrocknen. Die Holzgewächse blühen nicht nur einmal, sondern viele male, oft in jedem Jahre ihres Lebens; doch tritt bei den Bäumen und Sträuchern die Entwickelung von Blüten erst nach einer Reihe von Jahren ein, also erst, nachdem sie längere Zeit bloße Ernährungsorgane gebildet haben. Der Tod wenigstens der naturgemäße, ist bei allen Pflanzen kein plötzlicher, sondern ein mehr oder weniger langsames Absterben. Bei den Bäumen umfaßt dieses Absterben, welches sich bei ihnen theils im allmählichen Dürrwerden der Aeste, theils in einer Zersetzung des Holzkörpers (Hohlwerden des Stammes) ausspricht, oft einen viele Jahre langen Zeitraum.

Zweiter Theil.

Systematik und Pflanzengeographie oder specielle Botanik.

(Hierzu Taf. 5—31.)

I. Eintheilung der Pflanzen. Pflanzensysteme.

Um eine wissenschaftliche Eintheilung und Anordnung der zahllosen Pflanzenformen, welche die Erde bedecken und im versteinten oder verkohlten Zustande in den Schichten begraben liegen, zu ermöglichen, ist es zunächst nöthig, die Pflanzenformen in Arten (species)

Gattungen (genera) abzugrenzen und die unter-
denen Arten und Gattungen mit bestimmten Na-
zu belegen, wie dies zuerst Linné (geb. 1707,
1778) streng durchgeführt hat. Alle Pflanzen-
viduen, welche bezüglich ihrer äußern und innern
taltung und ihrer Lebensäußerungen übereinstimmen
durch ihre Samen wieder Individuen von derselben
taltung hervorbringen, bilden zusammen eine Art,
Arten, welche morphologisch bezüglich der wich-
en Organe, d. h. der Fortpflanzungsorgane, eine
ereinstimmung oder wenigstens große Aehnlichkeit
en, bilden zusammen eine Gattung und sind unter-
inder verwandt. So bilden z. B. alle Eichenarten
ammen die Gattung Eiche (Quercus). Die Arten
en gewisse Merkmale, welche sich unverändert ver-
n (oder sollen dergleichen wenigstens haben) und
ch welche sich verwandte Arten voneinander unterschei-
: specifische Merkmale. Andere Merkmale sind
iger constant und ihre Abänderungen, welche bald
h erblich auftreten, bald nicht, bedingen Abarten
rietates), Spielarten (variationes), Rassen u. s. w.
e Zahl dieser Abänderungen ist namentlich bei den
lturgewächsen sehr groß. Ueber ihre Entstehungen
) auch über den Ursprung der Arten haben Darwin's
tersuchungen interessante Aufschlüsse gegeben, worauf
r nicht eingegangen werden kann.

Eine auf bestimmten Grundlagen beruhende Anord-
ng der Pflanzengattungen heißt ein Pflanzen-
stem, und zwar ein natürliches, wenn die Ver-
ndtschaft, d. h. die Aehnlichkeit oder Uebereinstim-
ung in der Gestaltung und Entwickelungsweise der
r das Leben der Pflanze wichtigsten Organe, als
rincip der Anordnung zu Grunde gelegt wird, da-
gen ein künstliches, wenn die Eintheilung der Gat-
ngen in bestimmte Kategorien auf willkürlich gewählte
erkmale eines oder mehrerer Organe (z. B. auf die
bl der Staubgefäße und Stempel) gegründet und die
türliche Verwandtschaft der Pflanzengattungen dabei
nz außer Acht gelassen ist. Im natürlichen Systeme
rden verwandte Gattungen in Familien oder Ord-
ngen (ordines naturales), verwandte Familien und
dnungen in Klassen (classes), verwandte Klassen
Abtheilungen (divisiones) u. s. w. gebracht und
Familien, sowie in jeder Familie die Gattungen, in
e Reihenfolge gestellt, in welcher entweder mit den
dern, unvollkommenern Gewächsen begonnen und
hritt für Schritt zu den höhern, vollkommenern em-
rgestiegen oder der umgekehrte Weg eingeschlagen
rd. In dem natürlichen Systeme wird also metho-
h verfahren, weshalb dasselbe auch methodus natura-
genannt worden ist. Ein solches System hat des-
lb eine höhere Bedeutung als ein künstliches, wel-
s blos als ein Pflanzenregister betrachtet werden
n. Unter den zu verschiedener Zeit aufgestellten
stlichen Systemen ist das Linné'sche Sexual-
tem (systema sexuale, so genannt, weil in dem-
en vorzüglich die Verhältnisse der Geschlechtsorgane
Eintheilungsprincipe benutzt sind) das berühmteste
) jedenfalls auch beste. Hier eine Uebersicht seiner
theilungen und Klassen.

Uebersicht der Abtheilungen und Klassen des Linné'schen Systems.

Pflanzen mit deutlichen Befruchtungsorganen (pl. phanerogamae).

A. Mit Zwitterblüten versehene (pl. monoclinae).

a. Staubgefäße frei, nicht verwachsen.

α. Staubfäden von gleicher Länge.

1. Klasse. Monandria, Einmännigkeit, mit 1 Staubgefäß in jeder Blüte.
2. Klasse. Diandria, Zweimännigkeit, mit 2 Staubgefäßen in jeder Blüte.
3. » Triandria, Dreimännigkeit, mit 3 Staubgefäßen in jeder Blüte.
4. » Tetrandria, Viermännigkeit, mit 4 Staubgefäßen in jeder Blüte.
5. » Pentandria, Fünfmännigkeit, mit 5 Staubgefäßen in jeder Blüte.
6. » Hexandria, Sechsmännigkeit, mit 6 Staubgefäßen in jeder Blüte.
7. » Heptandria, Siebenmännigkeit, mit 7 Staubgefäßen in jeder Blüte.
8. » Octandria, Achtmännigkeit, mit 8 Staubgefäßen in jeder Blüte.
9. » Enneandria, Neunmännigkeit, mit 9 Staubgefäßen in jeder Blüte.
10. » Decandria, Zehnmännigkeit, mit 10 Staubgefäßen in jeder Blüte.
11. » Dodecandria, Zwölfmännigkeit, mit 12 Staubgefäßen in jeder Blüte.
12. » Icosandria, Zwanzigmännigkeit, mit 20—100 und mehr Staubgefäßen, welche auf dem Kelche (perigynisch) eingefügt sind.
13. » Polyandria, Vielmännigkeit, 20—100 und mehr Staubgefäße, welche im Grunde der Blüte (hypogynisch) eingefügt sind.

β. Zwei Staubfäden kürzer als die übrigen.

14. Klasse. Didynamia, Zweimächtigkeit, 2 lange und 2 kurze Staubfäden in jeder Blüte.
15. » Tetradynamia, Viermächtigkeit, 4 lange und 2 kurze Staubfäden in jeder Blüte.

b. Die Staubfäden oder Staubbeutel verwachsen.

16. Klasse. Monadelphia, Einbrüdrigkeit. Alle Staubfäden einer Blüte in ein Bündel (einen Cylinder) verwachsen.
17. » Diadelphia, Zweibrüdrigkeit. Staubfäden in 2 Gruppen (Bündel) verwachsen.
18. » Polyadelphia, Vielbrüdrigkeit. 3 oder mehr Gruppen (Bündel) verwachsener Staubfäden in jeder Blüte.
19. » Syngenesia, die Staubbeutel (stets 5) in einen Cylinder verwachsen, die Staubfäden frei.

c. Die Staubfäden mit dem Stempel verwachsen.

20. Klasse. Gynandria, Mannweibigkeit.

B. Blüten eingeschlechtig (pl. diclinae).

21. Klasse. Monoecia, Einhäusigkeit. Männliche und weibliche Blüten auf einem Individuum.
22. » Dioecia, Zweihäusigkeit. Männliche und weibliche Blüten auf zwei Individuen (männliche und weibliche Pflanzen).
23. » Polygamia, Vielehe. Eingeschlechtige und Zwitterblüten auf einem oder mehrern Individuen gemengt vorkommend.

II. Pflanzen mit verborgenen oder undeutlichen oder gar keinen Befruchtungsorganen (pl. cryptogamae).

24. Klasse. Cryptogamia.

Jede Klasse des Linné'schen Systems ist wieder in Ordnungen eingetheilt. Diese sind nach den verschiedensten Merkmalen gebildet nämlich:

a. nach der Zahl der Stempel oder nach der Zahl der Griffel oder Narben eines Stempels in den ersten 13 Klassen. Dieselben werden benannt: Monogynia, Einweibigkeit (mit 1 Stempel), Digynia (Zweiweibigkeit, mit 2 Stempeln oder Griffeln), Trigynia, Dreiweibigkeit, Tetragynia, Vierweibigkeit u. s. w.;

b. nach der Beschaffenheit der Frucht in der 14. Klasse (Gymnospermia, Nacktsamigkeit, d. h. vier gesonderte Nüßchen in jeder Blüte, und Angiospermia, Bedecktsamigkeit, d. h. eine mehrsamige Kapsel) und in der 15. Klasse (Siliquosae, Schotenfrüchtige, und Siliculosae, Schötchenfrüchtige);

c. nach der Zahl und Einfügung der Staubgefäße, in der 16., 17. und 18. Klasse (dieselben Benennungen, welche die betreffenden Klassen führen: Triandria, Tetrandria, Pentandria u. s. w. bis Icosandria und Polyandria);

d. nach der Vertheilung der Geschlechter in der 19. Klasse (Familie der Korbblütler oder Compositae). Ihre Ordnungen heißen:

1. Polygamia aequalis, gleichmäßige Vielehe (lauter gleichgeformte Zwitterblüten in jedem Blütenkorb).
2. » superflua, überflüssige Vielehe (fruchtbare Röhrenblüten in der Scheibe und fruchtbare weibliche Strahlblüten).
3. » frustranea, vergebliche Vielehe (fruchtbare Zwitterblüten in der Scheibe, unfruchtbare weibliche oder geschlechtslose im Strahl).
4. » necessaria, nothwendige Vielehe (unfruchtbare Zwitterblüten oder männliche in der Scheibe, fruchtbare weibliche im Strahl).
5. » segregata, getrennte Vielehe (alle Blüten gleichgeformte Zwitterblüten, aber jede mit einer besondern Hülle umgeben).

e. Blos nach der Zahl der Staubgefäße in der 26. Klasse (Monandria, Diandria, Triandria, Hexandria);

f. nach der Zahl, Einfügung und Verwachsung der Staubgefäße in der 21. und 22. Klasse (Monandria bis Dodecandria, Icosandria und Polyandria, Monadelphia bis Syngenesia);

g. nach dem Vorkommen verschiedengeschlechtiger Blüten auf einem, zwei oder drei Pflanzenexemplaren einer Art in der 23. Klasse (Monoecia, Dioecia, Trioecia);

h. nach der natürlichen Verwandtschaft in der 24. Klasse (Filices, Farrn, Musci, Moose, Algae, Algen, Fungi, Pilze). Die Algen Linné's umfassen die eigentlichen Algen und die Flechten, zu den Farrn werden auch die Schachtelhalme, Bärlappe und andere Gefäßkryptogamen gezählt.

Linné selbst gestand ein, daß sein System viele Mängel besitze und daß nur eine auf die Verwandtschaft der Gattungen begründete Anordnung eine naturgemäße und wissenschaftliche sein könne. In der That versuchte schon er eine solche Anordnung, indem er eine Anzahl Familien schuf, von denen einige unverändert in alle natürlichen Systeme der Folgezeit übergegangen sind. Das erste wirklich natürliche System wurde von B. de Jussieu (gest. 1776) aufgestellt und von dessen Neffen A. L. de Jussieu (gest. 1836) verbessert und 1789 veröffentlicht. Nach demselben sind noch jetzt die Pflanzen des pariser Botanischen Gartens angeordnet. Die Hauptabtheilungen dieses Syst[em] ruhen auf der Gestaltung des Samens und [sind] fast alle spätern natürlichen Systeme, wenn auch unter andern Benennungen, übergegangen. Nächst Jussieu'schen System sind besonders berühmt ge[worden] das 1813 bekanntgemachte System von A. P. [de Can]dolle (gest. 1841) und das seit 1836 bekannt ge[wordene] dene System von Endlicher (gest. 1849) und L[indley] (gest. 1869). Das letztere hat namentlich in [Frank]land, das von Decandolle außer in Frankreich b[esonders] ders in den romanischen Staaten und in Rußland [viele] Anhänger gefunden. Jussieu und Endlicher-Ung[er] ginnen mit den niedrigsten Gewächsen und end[igen] den vollkommensten, was jedenfalls naturgemäß[er] als die umgekehrte Reihenfolge, welche im Syst[em] Decandolle befolgt ist. Geringere Anerkennung [haben] die von A. Richard, Batsch, Oken, L. Reich[enbach] Perleb, Martius, H. Karsten, Lindley, C. Fri[es] aufgestellten Systeme gefunden. Wir geben eine [Uebersicht] sicht der Hauptabtheilungen desjenigen System[s], welchem die in der Folge zu schildernden wich[tigsten] Familien des Pflanzenreichs angeordnet sind, eine [Uebersicht] des natürlichen Systems, welche als eine verä[nderte] Modification des Systems von Endlicher und Unger betrachtet werden kann.

Erstes Reich. **Sporenpflanzen** (Sporophyta). Fortpflanzung durch Sporen, d. h. keimlose [Zellen] oder Zellvereine (ein- und mehrzellige Sporen).

I. Abtheilung. **Lagerpflanzen** (Thallophyta). Blattlose Gewächse.

Klasse I. **Pilzartige** (Mycetinae). [Ordnungen:] Pilze, Schleimpilze.

» II. **Algenartige** (Phycoideae). [Ordnungen:] Flechten, Algen.

II. Abtheilung. **Stammpflanzen** (Cormophyta). Sporenpflanzen mit beblätterter Achse.

Klasse III. **Mit geschlechtslosem Vorkeime versehene** (Proembryonatae). [Ordnungen:] Armleuchtergewächse, Laubmoose und Laubmoose.

» IV. **Mit Geschlechtsorganen dem Vorkeime** (Prothallophyta). Ordnungen: Farrn, Schachtelhalme, Bärlappe, Wassersterne.

Zweites Reich. **Samenpflanzen** (Spermatophyta). Fortpflanzung durch keimhaltige Samen.

III. Abtheilung. **Mit Scheinfrüchten** versehene (Nothocarpae).

Klasse V. **Keim ohne Kotyledonen** (Akotyledoneae). Ordnung der Pilzblütler (Rhizantheae), tropische und subtropische Schmarotzergewächse.

» VI. **Keim mit Kotyledonen** (Cotyledoneae) **oder nacktsamige Pflanzen** (Gymnospermae). Ordnungen: Cycadeen, Coniferen, Drupiferen.

IV. Abtheilung. **Mit echten Früchten** (Teleocarpae).

Klasse VII. **Einsamenlappige** (Monocotyledoneae). Hierher 11 Ordnungen.

» VIII. **Zweisamenlappige** (Dicotyledoneae).

1. Unterklasse. **Ohne Blumenkrone** (Apetalae). 7 Ordnungen.
2. » **Mit ganzblätteriger Blumenkrone** (Gamopetalae). 11 Ordnungen.

3. Unterklasse. Mit getrenntblätteriger Blumenkrone (Dialypetalae). 25 Ordnungen.

Dieses System zerfällt also in 2 Reiche, 4 Abtheilungen, 8 Klassen und 68 Ordnungen. Letztern sind ca 300 Familien subordinirt.

II. Schilderung der wichtigern Ordnungen und Familien des Pflanzenreichs.

Erste Klasse.

Pilzartige Sporenpflanzen (Myceliatae).

(Tafel 5 und 6.)

1. Ordnung **Pilze** (Fungi). Pilze sind chlorophyllreie Lagerpflanzen, welche sich von organischen Stoffen nähren. Wegen des Mangels an Chlorophyll können sie nämlich nicht assimiliren, müssen daher ihre Nahrung aus organischen, pflanzlichen oder thierischen, Stoffen nehmen. Deshalb wachsen die Pilze theils auf oder in Pflanzen und Thieren (lebenden und todten), theils auf oder in pflanzlichen oder thierischen Substanzen (z. B. Brot, frische, getrocknete und eingemachte Früchte, Fruchtsäfte, Stroh, Laub; Milch, Fleisch und Fleischspeisen, Dünger, Excremente u. s. w.) oder wenigstens in einem mit organischen Stoffen gemengten Boden. Indem die Pilze der organischen Unterlage, auf oder in welcher sie vegetiren (ihrem Substrat), die zu ihrer Ernährung nöthigen Stoffe entziehen, wirken sie chemisch zersetzend auf das Substrat ein und veranlassen dessen theilweise oder gänzliche Zerstörung, die bald als Fäulniß, bald als Verwesung auftritt. Sehr viele Pilze, welche sich auf Pflanzen- und Thierleichen, auf pflanzlichen und thierischen Abfällen, auf Excrementen u. s. w. ansiedeln, sind deshalb sehr nützlich zu nennen, indem dieselben deren rasche Zersetzung herbeiführen und verhindern, daß durch langsames Faulen die Luft verpestet werde. Diejenigen Pilze dagegen, welche sich auf oder in lebenden Pflanzen und Thieren (mit Einschluß des Menschen) ansiedeln und durch ihre chemisch zersetzende oder gar mechanisch zerstörende Einwirkung Erkranken, ja den Tod ihrer Nährpflanzen und Nährthiere zu veranlassen vermögen, können sehr schädlich werden. Solche Pilze nennt man **Schmarotzerpilze** oder **parasitische**.

Die neuern Forschungen haben ergeben, daß die Pilze nicht durch Urzeugung entstehen, wie früher wenigstens hinsichtlich der niedrigern allgemein angenommen wurde, sondern nur aus ihren Sporen. Diese sind bei der Mehrzahl einzellig, bei vielen jedoch aus zwei und mehr Zellen zusammengesetzt. Bei der sogenannten Keimung treiben die Sporen (und dies gilt von den Fortpflanzungszellen fast aller Sporengewächse) Schläuche oder Fäden (Keimschläuche, Keimfäden, Taf. 5, Fig. 1 b, d, 6 a b, 9 d), welche sich verzweigend bald ein unbestimmt geformtes Geflecht, bald einen bestimmt geformten locker oder dicht gewebten Körper bilden, das **Mycelium**. Dieses entwickelt die Sporen entweder unmittelbar, indem sich z. B. einzelne Zweige (Schlauchzellen) in Sporen abschnüren (Fig. 4 a, 8 a, 12), oder bildet Sporenbehälter (Sporenfrüchte, Sporangien), worin die Sporen entstehen und welche sich endlich in bestimmter Weise öffnen (Fig. 1 d, 3 a), oder es wächst aus dem Mycelium ein bestimmt geformter, aus verletzten Schlauchzellen zusammengesetzter Körper hervor (Sporenträger, Fruchtträger), welcher die Sporen entweder an seiner Oberfläche oder im Innern (dann oft in Schlauchzellen oder Sporenschläuchen, Fig. 8 c, 9 h i) erzeugt. Ein solcher Fruchtträger ist z. B. der meist gestielte Hut vieler Fleischpilze (Taf. 6, Fig. 1—11). Die Sporen selbst zerfallen in **Samen-**, **Dauer-** oder **Winterſporen**, stets doppelthäutige Sporen, welche erst nach einer Periode der Ruhe zu keimen vermögen, z. B. im nächsten Frühlinge; in **Sommersporen** oder **Conidien**, stets einzellige und meist nur eine Haut besitzende, welche sofort keimen können, nachdem sie reif geworden sind, und in **Schwärmsporen** (Zoosporen), von den Conidien nur dadurch unterschieden, daß, bevor sie keimen, sie im Wasser oder in Flüssigkeiten eine Zeit lang munter umherschwimmen, wobei ihnen wimperartige Anhänge als Ruder dienen (Taf. 5, Fig. 4 c, 11). Viele Pilze bringen in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung ganz verschieden geformte Sporen oder Sporenfrüchte hervor oder bilden Sporen und Conidien erzeugende Formen, die sehr voneinander abweichen, oft so sehr, daß sie früher für ganz eigene unverwandte Arten, ja sogar Gattungen gehalten worden sind. So findet sich häufig auf feuchtem Brot und eingemachten Früchten ein flockiger Schimmel, der sich bald mit graugrünen kurzgestielten Köpfchen bedeckt: der **graugrüne Brotschimmel** (Aspergillus glaucus). Die gestielten Köpfchen sind Conidienträger (Fig. 1 a). Die kugeligen Conidien haben eine feinstachelige Haut (b, keimende Conidie). Später entwickelt oft dasselbe Mycelium am Ende niederliegender Zweige größere, zellige, orangefarbene Kugeln (c, e), welche zuletzt aufplatzen und zahlreiche längliche Schlauchzellen entleeren (d, f), in deren jeder 8 Sporen eingeschlossen sind. Diese einen dunkeln Kern (g) enthaltenden Sporen keimen in gewöhnlicher Weise (h), der Keimschlauch gliedert sich in Zellen (i) und wird, sich verzweigend, zu einem Mycelium, welches zunächst wieder die Conidienform entwickelt. Die Kapselform mit Sporenschläuchen ist lange für einen eigenen Pilz (Eurotium herbariorum) gehalten worden. Beide Fruchtformen wechseln miteinander ab (stehen in Generationswechsel). Wahrscheinlich ist auch der **graugrüne Pinselschimmel** (Penicillium glaucum), der gemeinste auf allen möglichen Körpern und Substanzen vorkommende Schimmel (Fig. 2), die Conidienform irgendeines höhern oder, was noch wahrscheinlicher, vieler höhern Pilze. — Die Zellen der Pilze sind fast immer schlauchförmig; ihre Wandung besteht nicht aus Cellulose, sondern einem eigenthümlichen Stoffe (Fungin), ihr Inhalt ist immer ziemlich reich an Stickstoff. Nur bei wenigen Pilzen verholzt die Zellwand (z. B. bei den holzigen, viele Jahrzehnte altwerdenden Löcherpilzen), die meisten Pilze sind sehr vergänglich. Die Mehrzahl derselben ist sehr klein, ja sehr viele sind nur durch das Mikroskop zu erkennen.

Die Pilze bilden die größte Gruppe unter allen Sporengewächsen und sind in allen Zonen reichlich vertreten. Sie zerfallen nach der neuesten Klassifikation von de Bary in folgende vier Gruppen (Unterordnungen):

a. **Algenpilze** (Phycomycetes). Meist sehr vergängliche Pilze, deren Mycelium aus einer einzigen sich vielfach verzweigenden Schlauchzelle besteht, welche an ihren Enden Samensporen bildet und auch Schwärmsporen zu erzeugen vermag. Viele schmarotzen in lebenden Pflanzen, andere vegetiren auf oder in organischen abgestorbenen Körpern, einige im Wasser auf todten und lebenden Thieren. Letztere zeigen viel Aehnlichkeit mit gewissen Algen. Alle sind mikroskopisch. Hierher gehören mehrere der sogenannten **Schimmel**, z. B. der **gemeine Knopfschimmel** (Mucor Mucedo, Taf. 5, Fig. 3), ferner der **Pilz der Rothfäule** (Xenodochus ligniperda, Fig. 12), der **Kartoffelpilz** (Peronospora infestans, Fig. 4) u. a. Die Bildung der Samensporen geschieht bei vielen dieser Pilze infolge einer geschlechtlichen Zeugung, indem zwei benachbarte

Zweige des Myceliums je einen Ast entwickeln, der sich in eine blasige Zelle umgestaltet. Indem die eine dieser Zellen sich an die andere anlegt (Fig. 10 a), wol gar einen schnabelartigen Fortsatz in dieselbe treibt (Fig. 10 b, c), wird diese befruchtet, d. h. befähigt, in ihrem Innern eine Spore zu bilden (Fig. 10 c). Dagegen bilden sich die Schwärmsporen immer ohne vorhergegangene Zeugung bald in sporenförmigen Zellen (Fig. 4 a b c), bald in kugeligen kapselartigen Behältern (Fig. 11). Außer den die Samensporen erzeugenden Mycelien kommen bei vielen Algenpilzen auch sogenannte Conidienformen vor, d. h. Mycelien, welche unmittelbar an bestimmten Zweigen kleine kugelige Fortpflanzungszellen entwickeln (Fig. 3 d). — Fig. 3. Der gemeine Knopfschimmel (Mucor Mucedo), häufig auf faulem Obst, verderbenden Speisen, Zuckersäften, Mist, graugrüne Röschen bildend. a Myceliumzweig mit einer aufspringenden Sporenfrucht, b Sporen, c gekeimte Spore, d Conidien bildender Myceliumzweig, e gekeimte Conidien. — Fig. 4. Der Kartoffelschimmel (Peronospora infestans), dessen Mycelium in den Blättern, Stengeln und Knollen der Kartoffelpflanze schmarotzt und die seit 1843 beobachtete Kartoffelkrankheit verursacht. a sporenerzeugende Zweige des im Gewebe eines Kartoffelblattes wuchernden Myceliums, zu einer Spaltöffnung herausgewachsen, b abgefallene Sporen, deren Inhalt zur Bildung von Schwärmsporen sich getheilt hat, c Schwärmspore, d gekeimte Schwärmsporen, e keimende Schwärmspore, deren Keimschlauch in die Oberhaut eines Kartoffelblattes eingedrungen ist, f Zelle einer naßfaulen Kartoffelknolle mit dem Mycelium des Schmarotzers, dessen Schläuche die Stärkekörner umstricken und aussaugen. — Fig. 12. Kleines Stückchen rothfaulen Eichenholzes im Längsschnitt, mit dem Mycelium des Xenodochus ligniperda, dessen Schläuche sich stellenweise in Sporenreihen abgeschnürt haben.

b. Unterhautpilze (Hypodermii). Lauter Schmarotzerpilze, welche im Innern von Pflanzen vegetiren und ihre Sporen oder Sporenfrüchte unter der Oberhaut ihrer Nährpflanze entwickeln; daher der Name. Zuletzt durchbrechen die Sporen oder Sporenfrüchte die Haut und erscheinen an deren Außenfläche als pulverige Häufchen, Striche, Streifen oder als bestimmt geformte Fruchtkörper. Derjenige Theil der Nährpflanze, in welchem sich die Sporen entwickeln, wird immer mehr oder weniger zerstört. Die Hypodermier zerfallen in die Brand- und Rostpilze.

Die Brandpilze (Ustilaginei) haben dunkelfarbige, in Menge gesehen schwarzbraune einzellige Sporen, welche als ein schwarzer Staub die durch ihre Entwickelung zerstörten Pflanzentheile bedecken oder innerlich anfüllen. Hierher gehören die Brandformen der Getreidearten: der Flug- oder Rußbrand (Ustilago Carbo), welcher Hafer und Gerste so häufig befällt, der Beulenbrand des Mais (Ustilago Maydis), der Hirsebrand (Ustilago destruens), der Stengelbrand des Roggens (Urocystis occulta) und der Faul-, Schmier- oder Steinbrand (Tilletia Caries). Bei allen diesen Brandpilzen dringen die äußerst feinen Keimschläuche der Sporen in die junge Pflanze an deren Stengelbasis ein und bilden ein feinfädiges farbloses Mycelium, welches mit der Pflanze in ihr emporwächst und endlich in bestimmten Theilen (z. B. in dem Fruchtknoten) die Sporen in verschiedener Weise bildet. Fig. 5 zeigt bei a b c Sporen des Weizen-Faulbrands in verschiedenen Stadien der Keimung. Am Ende des Keimschlauchs entwickeln sich hier fadenförmige secundäre Sporen oder Sporidien (b, c), welche abfallen und feine Keimfäden treiben (d), wol auch längliche Sporidien zweiter Ordnung bilden (e), die ebenfalls keimen (f). Durch die Sporidien vermögen sich die Brandpilze während des Sommers sehr rasch zu verbreiten; dagegen dienen die eigentlichen Sporen (Samensporen) dazu, den Pilz von einem Jahre zum andern zu erhalten.

Die Rostpilze (Uredinei) unterscheiden sich von den Brandpilzen zunächst durch ihre meist rostroth gefärbten Sporen, eine Farbe, welche vom Gehalt eines in den Myceliumschläuchen in Form kleiner Tröpfchen vorkommenden orangegelben Oels herrührt. Letzteres nimmt ihr Mycelium immer nur einen sehr beschränkten Raum innerhalb der Nährpflanze ein, indem es sich unmittelbar an den Stellen entwickelt, wo die Keimschläuche eingedrungen sind und hier auch die Sporen bildet. Letztere sind bei vielen Rostpilzen von sehr verschiedener Form, Entwickelungsweise und Dauer, und hiermit steht eine große Vielgestaltigkeit (Pleomorphie) in Verbindung. Dies gilt besonders von der Gattung Puccinia, zu der der gemeine Streifenrost unserer Getreidearten (Puccinia graminis) gehört (Fig.). Hier sind die Samensporen zweizellig, gestielt und dunkelbraun (in Menge gesehen schwarzbraun) und entwickeln beim Keimen (im Frühlinge) lange, sich verzweigende Keimschläuche, deren Aestchen an ihrem Ende Sporidien bilden, ein sogenanntes Promycelium (Fig.). Die rostgelb gefärbten Sporidien keimen (b) leicht, die Keimschläuche dringen aber nur in die Blätter des Sauerdorns (Berberis vulgaris) ein, woselbst sie ein Mycelium bilden, aus dem sich ein becherförmiger rostfarbener die Oberhaut durchbrechender Fruchtkörper entwickelt, ein sogenanntes Aecidium (Aecidium Berberidis). Der „Becherrost" erzeugt aufrechte Reihen eckiger rostfarbener Sporen (c zwei Aecidien im senkrechten Durchschnitt, d drei Sporen stark vergrößert). Der Bildung der Aecidien geht diejenige sogenannter Spermogonien voraus, welche winzig kleine, ihrer Bestimmung nach unbekannte Körnchen (Spermatien) entleeren. Die Keimschläuche der Aecidiumsporen vermögen wieder nur in Gräser oder Getreidearten einzudringen (am häufigsten wird der Weizen befallen), und zwar nur durch die Spaltöffnungen (g), und veranlassen hier den eigentlichen Rost, d. h. rostgelbe pulverige Striche an den Blättern, Halmen und Spelzen. Dieselben bestehen aus den durch die Oberhaut hervorgebrochenen Rostsporen, welche einzellig sind und auf langen Stielen stehen. Diese Rostform ist als eigener Pilz, als Uredo Rubigo vera, beschrieben worden. Die Uredosporen keimen sehr rasch, wobei sie lange Schläuche entwickeln (h) und so verbreiten dieselbe Rostform sehr schnell während des Sommers. Gegen Ende desselben oder im Herbst bilden dieselben Mycelien endlich die derbwandigen braunen zweizelligen Samensporen (f), und nun färben sich die bisher rostgelben Streifen schwarzbraun und erscheinen in die Puccinia umgewandelt. Nicht alle Rostpilze besitzen einen so complicirten Entwickelungsgang, bisweilen fehlt die Aecidium-, andern wieder die Uredoform. Alle die Rostpilze können sehr schädlich werden, sind aber im allgemeinen weniger gefährliche Parasiten als wie die Brandpilze.

c. Basidienpilze (Basidiomycetes). Sie sind dadurch charakterisirt, daß sich ihre stets einzelligen Sporen am Ende von Stielchen (Basidien) abschnüren, welche sich aus einer bald an der Außenfläche, bald im Innern eines oft sehr großen Fruchtkörpers (Sporenträgers) befindlichen Gewebeschicht entwickeln. Hierher gehören unter andern die Hutpilze und die Bauchpilze.

Die Hutpilze (Hymenomycetes). Mycelium meist im Boden, seltener in der Rinde kranker oder todter Bäume oder in todtem und faulem Holz, Laub, Nadeln,

ſänger u. ſ. w., bei den bodenbewohnenden aus fleiſchi-
en, wurzelartigen Faſern gebildet (Taf. 6, Fig. 1a),
ſporenträger bald als geſtielter (Fig. 1 bc), bald als
ngeſtielter, oft ſeitlich angewachſener Hut (Fig. 4),
ld als fleiſchige oder häutige, unbeſtimmt geformte
laſſe (z. B. Hausſchwamm), bald anders geformt, an
r untern (ſehr ſelten der obern) Fläche mit Lamellen,
acken und andern Vorſprüngen oder mit Röhren und
öchern verſehen, welche mit dem „Hymenium", dem
orenerzeugenden Apparat, überzogen oder ausgekleidet
id. Das Hymenium beſteht aus einer Schicht ſenk-
chter Schlauchzellen, von denen die einen ſteril (Saft-
den, Paraphyſen), die andern fruchtbar ſind und an
rer Spitze die Baſidien mit den Sporen entwickeln
ig. 3 ab). Die Hymenomyceten ſind meiſt große
ilze, mikroſkopiſche Formen ſowie paraſitiſche Arten
bt es unter ihnen wenige.

Gattung **Blätter-** oder **Plättchenpilz** (Agaricus). Artenreichſte Gattung der Pilze (über 1000 Arten bekannt); Hut geſtielt, flach oder convex, auf der untern Fläche mit radial verlaufenden ſenkrechten Lamellen (Blättern) beſetzt (Taf. 6, Fig. 1, 2), welche von dem Hymenium überzogen ſind. Der ganze Fruchtträger in der Jugend oft von einer weißen fleiſchigen Hülle umſchloſſen (Fig. 6, 9 links), welche ſpäter durch die Ausdehnung des Huts zerriſſen wird und dann als wulſtige Hülle (volva) am Grunde des Stiels zurückbleibt (Fig. 9 rechts). Oft auch die untere Hutfläche anfangs mit einer dünnen Membran (Schleier) bedeckt, welche am Hutrande und am Stiele befeſtigt iſt. Nach ihrem Zerreißen erſcheint entweder der Stiel unterhalb des Huts nur mit einer Manſchette (Ring) verſehen (Fig. 9, 11b) oder am Rande des Huts mit fleiſchigen Zacken (Franſen) beſetzt (Fig. 1, 11). Stücke der allgemeinen Hülle bleiben oft auch in Form weißer Warzen auf der Oberfläche des Huts zurück (Fig. 9, 11).

Fig. 6. Der **Champignon** (A. campestris). Stiel feſtig, faſt walzig, ohne Wulſt, weißlich, 1—3 Zoll hoch, Hut weiß oder bräunlich, beſchuppt, anfangs ſehr gewölbt, ſpäter ziemlich flach; Blätter anfangs weiß, ſpäter roſenroth. Ein ſehr wohlſchmeckender geſunder Pilz, welcher auf Wieſen, Aeckern, auf Gartenboden, in lichten Gehölzen vom Frühling bis zum Spätherbſt vorkommt und in Miſtbeeten künſtlich gezüchtet wird. Verwandt: A. phalloides, ein ſehr giftiger Pilz, durch weiß bleibende Lamellen, einen Wulſt und oben hohlen Stiel unterſchieden.

Fig. 7. Der **gebüſchelte Blätterpilz** (A. fasciularis). Hut flach (b, im Durchſchnitt), ockergelb, mit grünlichen Lamellen, Stiel dünn, hohl, weiß. In großen Büſcheln geſellig an Baumſtöcken (beſonders in Buchenwäldern), im Spätſommer und Herbſt, giftig, kann leicht mit dem eßbaren **Stockſchwämmchen** (A. mutabilis) verwechſelt werden, welches auch an Baumſtöcken geſellig wachſend vorkommt, ſich aber durch einen rothbraunen, in der Mitte mit einem gelblichen zackigen Fleck gezeichneten Hut und bräunlichweiße oder aſchgraue Lamellen unterſcheidet.

Fig. 9. Der **Kaiſerpilz** (A. caesareus). Von der Geſtalt und Größe des Fliegenpilzes, aber Hut beiderſeits einfarbig hochroth, mit einigen großen weißen Warzen; Lamellen und Stiel goldgelb. Höchſt wohlſchmeckender Pilz, unter Eichen und Kaſtanien in Südeuropa und Süddeutſchland.

Fig. 11. Der **Fliegenpilz** (A. muscarius). Hut 4—6 Zoll breit, ſcharlachroth mit vielen weißen Warzen, Lamellen und Stiel weiß, letzterer mit dicker Wulſt und oft mit fleiſchigen Schuppen beſetzt, 2—6 Zoll hoch. Sehr giftig, gemein in ſandigen Wäldern. Man benutzt den friſchen, wol auch den getrockneten Pilz, in Stücke zerſchnitten und mit Milch übergoſſen zum Tödten der Stubenfliegen, woher der Name.

Fig. 19. Der **köſtliche Blätterpilz** (A. deliciosus), auch **Reizker**. Hut 1—4 Zoll breit, anfangs faſt halbkugelig, dann convex und in der Mitte vertieft, zuletzt faſt trichterförmig, oberſeits gelb bis orangeroth oder grünlich mit concentriſchen Zonen, unterſeits ziegelroth, Lamellen und Stiel weiß. Fleiſch einen dottergelben Milchſaft enthaltend, färbt ſich beim Schneiden oder Drücken grünlich oder bläulich. Dennoch ein eßbarer und ſehr wohlſchmeckender Pilz, aber leicht zu verwechſeln mit dem giftigen **Birkenreizker** (A. torminosus): Hutrand einwärts gerollt, Blätter blaß fleiſchfarben, Fleiſch mit weißem Milchſaft, Stiel länger, hohl. Beide Pilze wachſen gern in Birkenwäldern.

Gattung **Faltenpilz** (Cantharellus). Stiel in den Hut übergehend oder fehlend, Unterſeite des Huts mit fleiſchigen an den Stiel hinablaufenden verzweigten Falten beſetzt. Hierher gehört der **gelbe Pfifferling, Eierſchwamm** oder **Gelbhühnchen** (C. cibarius), ein eßbarer, überall in Wäldern häufig wachſender Pilz von etwas ſcharfem Geſchmack und ſchön orangegelber Farbe (Fig. 5).

Gattung **Thränenſchwamm** (Merulius). Hymenium an netzförmig verbundenen Falten der obern Fläche des ungeſtielten Huts (Fig. 14). Der **Hausſchwamm** (M. lacrymans), berüchtigt als Zerſtörer des Holzwerks in Häuſern. Hut fleiſchig-ſaftig, unbeſtimmt geformt, weiß, mit weißflaumigen Rändern, aus denen bei feuchter Luft eine übelriechende Flüſſigkeit tropfenweiſe herausſickert. Sporen roſenroth.

Gattung **Stachelpilz** (Hydnum). Hut ſcheibenförmig, oft nur halb ausgebildet, ungeſtielt oder geſtielt, bisweilen verzweigt, fleiſchig, unterſeits mit weichen, ſelten harten Stacheln oder Zapfen, welche vom Hymenium überzogen ſind. — Fig. 8. Der **wohlriechende Stachelpilz** (H. suaveolens), ein ſchöner, doch ungenießbarer, im Herbſt in Gebirgsnadelwäldern vorkommender Pilz mit oberſeits weißem, violett gefleckten Hut und violetten Stacheln. Riecht angenehm, wie Heu.

Gattung **Löcherpilz** (Polyporus). Hut meiſt ungeſtielt, ſeitlich an Baumſtämme angewachſen, ſeltener geſtielt, unterſeits von feinen Löchern ſiebartig durchbohrt, Subſtanz meiſt hart, holzig oder korkig, von langer Dauer, ſelten fleiſchig. — Fig. 4. Der **Zunderſchwamm** (P. fomentarius), beſonders an Stämmen der Rothbuche, liefert den bekannten Feuer-, Zünd- oder Wundſchwamm. Eine ſehr verwandte Art iſt der ſo häufig an Aepfelbäumen vorkommende P. igniarius. — Fig. 15. Der **vielköpfige** oder **dolbige Löcherpilz** (P. umbellatus), auch Feldhenne und Stockmorchel, ein in Buchenwäldern ziemlich ſelten vorkommender Erdpilz mit fleiſchigem, dickem, vielfach verzweigtem Stock, deſſen Zweige kleine braune Hüte tragen. Sehr wohlſchmeckend.

Gattung der **Röhrenpilze** (Boletus). Hut meiſt fleiſchig, geſtielt, unterſeits mit eckigen Löchern, den Ausmündungen kantiger Röhren (Fig. 20 b). Faſt lauter Erdſchwämme. — Fig. 20. Der **eßbare Röhrenpilz** oder **Steinpilz** (B. edulis), auch **Herrenpilz**. Hut 1—3 Zoll breit, dunkellederbraun, Unterſeite weißlich, Stiel ſehr dick, fleiſchig, weiß. In Nadelwäldern. Verwandte eßbare Arten: der **Kuhpilz** (B. bovinus), **Butter-** oder **Semmelpilz** (B. confluens) u. a. m.; giftige: der **Hexenpilz** (B. luridus), von dem ihm ähnlichen Steinpilz durch innerlich karminrothe Hymeniumröhren, violetten, roth geaderten Stiel und beim Schneiden blau anlaufendes Fleiſch verſchieden; der **Satanspilz** (B. Satanas), mit blut- oder braunrothen Mündungen der Röhren; in Laubwäldern.

Die **Bauchpilze** (Gasteromycetes) entwickeln die Basidien im Innern des ebenfalls sehr verschieden geformten Fruchtkörpers, welcher im allgemeinen Peridium genannt wird (im engern Sinne heißt nur die äußere derbe Haut so). Das Innere, Gleba genannt, bildet eine Menge in Kammern abgetheilte Behälter, deren Innenfläche mit einer Hymeniumschicht, Paraphysen und Basidien überzogen ist (wenigstens bei den vollkommensten Bauchpilzen). Zuletzt platzt die Peridie (meist am Scheitel) und läßt die reifen Sporen, welche als dunkles Pulver die Kammern der Gleba anfüllen, entweichen. Größe und Wohnort der Bauchpilze ist sehr verschieden, kein einziger eßbar.

Fig. 24. Der **gemeine Bovist** oder **Pulverpilz** (Lycoperdon verrucosum). Häufig auf Aeckern, Wiesen, Grasplätzen, Triften. Fruchtkörper anfangs fleischig-schwammig, weiß, zuletzt lederbraun, dünnhäutig, innerlich mit dem schwarzbraunen Sporenpulver erfüllt, welches von einer feinfaserigen Masse (dem capillitium), Resten des innern Gewebes, durchdrungen ist. Diese Masse ist als blutungstillendes Mittel angewendet worden. Verwandt ist der besonders gern in Weinbergen wachsende **Riesenbovist** (Bovista gigantea), welcher oft über 1 Fuß Durchmesser erlangt.

Fig. 23. Der **Gitterschwamm** (Clathrus cancellatus). Ein sehr merkwürdiger und schöner Pilz, dessen eiförmiger Fruchtkörper gitterförmig durchbrochen und äußerlich scharlachroth gefärbt ist. Er steckt anfangs in einer weißen fleischigen Hülle, welche nach seinem Durchbruch manschettenförmig deren Fuß umgibt, und gleicht deshalb in seiner Jugend einem Ei. Die Gleba sitzt dem Scheitel der Innenfläche des Gitters an und zerfließt endlich zu einer mit den Sporen gemengten abtropfenden Schmiere. Nahe verwandt mit diesem südeuropäischen Pilze ist der auch in Deutschland in Wäldern vorkommende **Gichtschwamm** (Phallus impudicus), auch **Giftmorchel** und **Eichelschwamm**, welcher anfangs auch in einer Hülle steckt und wie ein Ei aussieht (Hexeneier) und einen faltigen auf hohem hohlen Stiele stehenden kegeligen grünlichen, oben durchbohrten Hut trägt, von dem die Gleba mit den Sporen als eine entsetzlich aasartig stinkende Schmiere abfließt.

Fig. 13. Der **Topfpilz** (Cyathus Olla). Kleiner auf altem Holz wachsender Pilz, in dessen trichterförmiger Höhlung linsenförmige gestielte Körperchen befestigt sind, welche die Basidien enthalten.

d. **Schlauchpilze** (Ascomycetes). Die Samensporen entwickeln sich in Schlauchzellen (asci, daher Schlauchsporen, Askosporen), welche bald keulenförmig, bald blasig sind und sich zuletzt am Scheitel öffnen. Die Sporenschläuche bilden sich nur selten unmittelbar aus den Fäden des Myceliums; gewöhnlich sind sie in einen Fruchtkörper eingeschlossen oder auf dessen Oberfläche mit Paraphysen in ein Hymenium zusammengestellt. Die meisten Schlauchpilze sind klein, ja mikroskopisch, viele Schmarotzer. Größte Abtheilung der Pilze, zu welcher unter andern die **Trüffeln**, **Kern-** und **Scheibenpilze** gehören.

Die **Trüffeln** (Tuberacei). Unterirdische Pilze, die an ihrem den Boden oft weit durchwuchernden Mycelium knollige oft ansehnlich große Fruchtkörper hervorbringen, welche aus einer dicken oft fleischigen Hülle (Peridie) und einem innern Fasergeflecht bestehen, dessen Zweigenden zu blasigen Sporenschläuchen anschwellen. Sporen einzellig, meist stachelig.

Fig. 18. **Gemeine Trüffel** (Tuber cibarium). Bis zur Größe einer Faust, fleischig, wohlriechend, außen und innen schwärzlich, findet sich in manchen Gegenden (um den Harz, in Böhmen, Italien, besonders aber in Frankreich im District Périgord) in Wäldern, namentlich Eichenwaldungen, in lockerm, sandigthonigem Boden, etwa 1/4 Elle unter der Oberfläche, wird durch Hunde und Schweine aufgespürt und im Winter gegraben.

Die **Kernpilze** (Pyrenomycetes). Sporenschläuche meist keulenförmig, 8 bald ein-, bald mehrzellige Sporen enthaltend, in flaschenförmigen, selten kugeligen Behältern (Perithecien) eingeschlossen, welche sich zuletzt am Scheitel öffnen und nur selten unmittelbar vom Mycelium gebildet werden (dann stehen sie einzeln oder traubenweise auf den Myceliumfäden), sondern gewöhnlich zu mehrern oder vielen in einen bestimmt geformten Fruchtkörper (stroma) eingeschlossen sind, der aus dem Mycelium hervorwächst. Größte Abtheilung der Schlauchpilze, meist kleine, zum Theil mikroskopische Pilze enthaltend, worunter eine Anzahl parasitische.

Taf. 5, Fig. 7. Der **gemeine Mehlthau** (Erysiphe communis) und Fig. 8, der **Traubenpilz** (O. Tuckeri). Die Mehlthaupilze sind „epiphyte" Schmarotzer, d. h. bewohnen die Außenfläche ihrer Nährpflanze, an welche sich ihr gegliedertes Mycelium mit Saugwarzen (Haustorien) festklammert (Fig. 8 b). Dieses entwickelt aufstrebende Zweige, welche sich zu Conidienreihen abschnüren (Fig. 8 a) und später einzelnstehende Perithecien (Fig. 7 b), welche durch geschlechtliche Zeugung entstehen (Fig. 7 a) und bloß mit einzelligen Sporen gefüllte Schläuche (Fig. 7 c) enthalten. Der gemeine Mehlthau bildet weiße netz- oder schimmelartige Ueberzüge, welche nach der Entwickelung der Perithecien dunkel punktirt erscheinen, an den verschiedensten Pflanzen, welche durch ihn bald gänzlich zerstört werden (am häufigsten werden Erbsen von ihm befallen); der Traubenpilz dagegen kommt nur an den Blättern und Beeren des Weinstocks vor und ist die Ursache der berüchtigten Traubenkrankheit, welche namentlich auf Madeira sowie in Süd- und Westeuropa ungeheure Verwüstungen angerichtet hat und ganze Weinpflanzungen zu vernichten vermag.

Taf. 5, Fig. 9. Der **Mutterkornpilz** (Claviceps purpurea). Das giftige Mutterkorn (a, nat. Gr.) ist kein Auswuchs und keine Degeneration des Getreidekorns, sondern ein Pilz, welcher sich aus den in die Blüten des Roggens und anderer Gräser eingedrungenen fadenförmigen Sporen (k) seiner vollkommenen Fructificationsform (f) entwickelt. Durch Keimung dieser Sporen entsteht nämlich ein schimmelartiges Mycelium (Sphacelia segetum), welches allmählich einen Fruchtknoten zerstörenden faltig-runzeligen Körper bildet (b), in dessen Höhlungen auf Basidien zahlreiche Conidien abgeschnürt werden (c). Von solchen ist umhüllt auch der „Honigthau", eine süßliche, übelriechende, klebrige Flüssigkeit, welche von der Sphacelia ausgeschieden wird. Allmählich bildet sich dieser Pilz zum Mutterkorn (Sclerotium Clavus) aus, einem „Dauermycelium". Nachdem dies abgefallen ist und eine Zeitlang im Boden gelegen hat, brechen aus ihm fingerförmige Körperchen hervor (e), die sich zu kleinen Pilzchen mit rothen Stielen und gelblichen Köpfchen (f) entwickeln: Claviceps purpurea. Die Köpfchen sind Fruchtkörper, welche unter ihren Wärzchen (g) Perithecien mit zahlreichen Sporenschläuchen enthalten (h). In jedem der letztern sind 8 fadenförmige Sporen (i, k). Durch Keimung der Conidien (d) vermag sich das Mutterkorn (die Sphacelia) während der Blütezeit des Roggens rasch zu verbreiten.

Taf. 6, Fig. 16. Der **Holzkeulenpilz** (Hypoxylon polymorphum). Fruchtkörper holzig, hart, verzweigt, oft geweihförmig, bis über 1 Fuß lang, gelblichweiß mit dunkelfarbigen Spitzen, zuletzt schwarz

rithecien sehr zahlreich, kleine Höckerchen an den oeigen bildend (Fig. 17, Längsschnitt, schwach vergrößert). An alten Baumstämmen im Herbst. — Fig. 25,

. Der Eschenschorf (Hysterium Fraxini). Mycium in der Rinde abgestorbener Eschenzweige, wobst sich auch die Fruchtkörper entwickeln, welche spä- aus der Rinde hervorbrechen und als schwarze ızettförmige Pusteln erscheinen. — Fig. 27—29. rauner Kugelpilz (Sphaeria fusca). An faulender aumrinde häufig; 27: natürliche Größe, 28: ein Periecium im Längsschnitt, vergrößert, 29: Sporenläuche und Saftfäden, stark vergrößert.

Die Scheibenpilze (Discomycetes) unterscheiden h von den Kernpilzen dadurch, daß die Sporenläuche mit Paraphysen gemengt Hymenien bilden, elche die Oberfläche des sehr verschieden geformten, ld großen, bald sehr kleinen Sporenträgers überben. Hierher gehören unter anderm die fleischigen ulenpilze, die Morcheln, Becherpilze u. s. w. Taf. 6, Fig. 10. Der gelbe Keulenpilz (Clavaria flava). Fruchtträger fleischig, strauchartig verzweigt, schön gelb, zerbrechlich. In Buchenwäldern, ßbar. Verwandt: der Hirschschwamm (C. Botrytis), ıustgroß, blumenkohlartig gebildet, hell- bis dottergelb, ıng sehr wohlschmeckend, und der Ziegenbart (Spaıssis crispa), strauchartig verworrene Massen bildend, öthlichgelb, mit abgeplatteten krausen Zweigen, ebenlls eßbar. Beide in Nadelwäldern. — Fig. 21. Die emeine Morchel (Helvella esculenta). Hut 2 — Zoll breit, unregelmäßig gefaltet, schwarzbraun, von em Hymenium überzogen, auf einem kurzen, dicken, ohlen, weißlichen Stiele. — Fig. 22. Die Spitzmorchel (Morchella esculenta). Hut anfangs kugelig, päter kegelförmig, bräunlich, bis 5 Zoll lang, netzörmig-grubig, hohl, in den Gruben das Hymenium agend, Stiel hohl, weißlich. Beide eßbar, in Wälern an lichten Stellen, besonders auf Kalkboden. — ig. 12. Der Becherpilz (Peziza Acetabulum). ruchtkörper kugelig, hohl mit weiter Mündung, an er Innenfläche das Hymenium tragend, hellbraun. In chattigen Wäldern auf feuchtem Boden, selten. Die meisten Pezizen sind sehr klein, mehrere schmarotzen, . B. P. amorpha auf dem Lärchenbaum, den sie zum bsterben zu bringen vermag.

Zu den Scheibenpilzen sollen nach den neuesten Forchungen (von M. Rees) auch die Hefe- oder Gärungspilze gehören, von welchen bisher als ziemlich icher angenommen wurde, daß sie aus den Sporen oder onidien verschiedener sogenannter Schimmelpilze (beonders Mucor- und Penicilliumarten) entständen, wenn olche in gärungsfähige Flüssigkeiten geriethen. Diese ilze bestehen aus kugeligen, sehr stickstoffreichen Zellen, welche sich durch Sprossung vermehren (Taf. 5, Fig. 13, Bierhefe), bewirken (erregen) den Gärungsproceß und scheinen auch bei innern Krankheiten des Menschen und der Thiere eine wichtige Rolle zu spielen, vorausgesetzt, daß die im Darmschleim u. s. w. bei Cholera, Ruhr, Typhus und andern Krankheiten aufgefundenen, durch Sprossung sich vermehrenden Zellen wirklich Gärungspilze sind. Fig. 14 zeigt bei a einen Pilzfaden aus Darminhalt, welcher dergleichen Hefezellen entwickelt, bei b einzelne derselben, bei c und d sogenannte Colonienhefe, welche nach Hallier aus den Sporen von Brandpilzen hervorgehen soll. Von allen übrigen Pilzen unterscheiden sich die stets mikroskopisch kleinen Hefepilze durch den völligen Mangel des Myceliums.

2. Ordnung. Schleimpilze (Myxomycetes). Noch räthselhafte, vielleicht richtiger zum Thierreich zu stellende Organismen von pilzähnlicher Gestalt, doch ohne Mycelium, welche nicht aus Zellen, sondern blos aus Protoplasma bestehen und sich oft langsam fortbewegen. Vermehrung durch Sporen, aus denen bewegliche Schwärmer ausschlüpfen. Hierher gehört z. B. die Lohblüte der Gerber (Aethalium septicum), eine gekrösartige bis handgroß werdende gelbliche, gallertartige Masse, welche in der Gerberlohe vorkommt.

Zweite Klasse.

Algenähnliche Sporengewächse (Phycoideae).

(Tafel 7.)

3. Ordnung. Flechten (Lichenes). Lagerpflanzen, deren Körper gleich dem Fruchtkörper der Pilze aus verfilzten Schlauchzellen besteht und welche sich gleich den Kern- und Scheibenpilzen, denen sehr viele Flechten zum Verwechseln ähnlich sehen, durch Askosporen fortpflanzen, aber dadurch von allen Pilzen unterschieden sind, daß ihr Gewebe chlorophyllhaltige Zellen (Gonidien) enthält und daß sie sich von unorganischen Stoffen ernähren, also zu assimiliren vermögen. Davon machen nur wenige Flechten eine Ausnahme, indem diese auf Moosen oder auf andern Flechten schmarotzen. Die Mehrzahl der Flechten vegetirt an der Luft und nimmt aus dieser die ihnen nöthige Nahrung (hauptsächlich Kohlensäure); die Unterlage, auf welcher die Flechten wachsen (der Erdboden, Baumstämme, Bretterwände, Zäune, Schindeldächer, Steine, Mauern, Felsen, Glasscheiben), dient ihnen als bloße Stütze; nur die auf Kalkgestein wachsenden Krustenflechten, deren Gewebe stets kalkhaltig ist, müssen den Kalk durch Auflösung in Säure (Kohlen- oder Oxalsäure) in sich aufnehmen können.

Der Flechtenkörper besteht aus einem dem Mycelium der Pilze entsprechenden, verschieden, oft unbestimmt geformten Vegetationsorgane, dem Thallus, und aus den aus diesem sich entwickelnden, von ihm getragenen Früchten, den Apothecien, deren Bau theils den Perithecien der Kernpilze, theils den Fruchtkörpern der Scheibenpilze, insbesondere der Pezizen entspricht. Auch kommen bei den Flechten häufig Spermogonien mit Spermatien vor. Die Sporen sind meist mehrzellig. Das Gewebe des Thallus ist entweder aus mehrern Schichten verschieden geformter Schlauchzellen zusammengesetzt, in welchem Falle die immer kugeligen Gonidien eine bestimmte Schicht (stratum gonimicum) bilden (heteromerischer Thallus), oder ziemlich gleichmäßig aus Schlauchzellen und Gonidien gemengt (homöomerischer Thallus). Er erscheint bald als eine fest aufgewachsene dünne oder dicke Kruste (Krustenflechten), bald als ein der Unterlage aufliegendes, nur im Mittelpunkte oder durch Wurzelfasern (Rhizinen) befestigtes, am Rande gelapptes laubartiges Gebilde (Laubflechten), bald als ein aufrechtes verzweigtes Sträuchlein (Strauchflechten), bald als eine schlaff herabhängende bartförmige Masse (Bartflechten). In trockenem Zustande ist der Thallus hart, knorpelig, oft sehr zerbrechlich und sind seine Schlauchzellen undurchsichtig, im feuchten dagegen werden letztere durchsichtig und biegsam und lassen die meist grün oder gelb, selten anders gefärbten Gonidien durchschimmern. Deßhalb verändern viele Flechten beim Frucht- oder Trockenwerden ihre Farbe und sind im feuchten Zustande stets weich und biegsam, bisweilen gallertartig (Gallertflechten). Manche Flechten enthalten eine stärkeähnliche nahrhafte Substanz (z. B. das isländische Moos, die Renthierflechte u. a.), viele einen Bitterstoff, einige Farbstoffe (z. B. die Orseille und Lackmusflechte); keine ist giftig.

a. Geschlossenfrüchtige Flechten (L. angio-

carpi). Apothecien meist kugelig oder warzenförmig, zuletzt sich am Scheitel mit einem Loch öffnend, in innern flaschenförmigen Höhlungen Sporenschläuche und Paraphysen enthaltend (Taf. 7, Fig. 10 c). Meist Krustenflechten. — Fig. 10. Die gemeine Warzenflechte (Pertusaria communis), eine weißgraue, an Steinen und Baumrinde häufig vorkommende Krustenflechte (a nat. Gr., b vergr., c Längsdurchschnitt eines Apothecium mit 2 Perithecien).

b. Nacktfrüchtige Flechten (L. gymnocarpi). Apothecien scheiben-, schüssel-, becher-, kopf-, rinnen- oder buchstabenförmig, auf der obern (oft convexen und von einem erhabenen Rande umgebenen) Fläche Hymenien von Sporenschläuchen und Paraphysen tragend (Fig. 12 b).

Fig. 11. Die Becherflechte (Cladonia coccifera), eine auf Heideboden wachsende grauweiße Flechte, aus deren krustigem Thallus sich becherförmige Zweige (Podetien) erheben, die an ihrem Rande die kugeligen rothen Apothecien tragen. — Fig. 14. Das Rentiermoos (Cladonia rangiferina), eine grauweiße Strauchflechte, auf Heide- und Moorboden wachsend, besonders im Norden weite Strecken, bald allein, bald im Verein mit einer andern Strauchflechte, dem isländischen Moos (Cetraria islandica), bedeckend. Beide Flechten wegen Stärkegehalt nahrhaft, die zweite sehr bitter und schleimig, wird bekanntlich gegen Lungenleiden und Katarrhe angewendet. — Fig. 15. Die gemeine Bartflechte (Usnea barbata), an Baumstämmen, besonders in höhern Gebirgslagen, sehr häufig, mit großen tellerförmigen Apothecien, graugrün. — Fig. 12. Die Linden-Schüsselflechte (Parmelia tiliacea), eine an Baumstämmen, besonders Linden, wachsende Laubflechte von weißgrüner Farbe mit braunen schüsselförmigen Früchten. — Fig. 13. Die Schriftflechte (Opegrapha scripta), eine Krustenflechte, gemein an glattrindigen Baumstämmen, mit schwarzen, buchstabenförmigen, rinnigen Apothecien. — Fig. 16. Die Pilzflechte (Baeomyces roseus), eine auf Heideboden, in Hohlwegen auf Lehm u. s. w. in Wäldern häufig vorkommende Flechte mit grünweißem Krustenthallus und rosenrothen kugeligen Früchten auf Podetien.

4. Ordnung. Algen (Algae). Der Mehrzahl nach Wassergewächse mit faden-, flocken-, laub-, haut- oder strauchförmigem oder anders geformtem Körper, welche immer Chlorophyll enthalten und daher zu assimiliren vermögen. Nur wenige schmarotzen. Außer Chlorophyll, dem viele Algen ihre schöne grüne Farbe verdanken, kommen verschiedene Farbstoffe (Phykochrom) und Stärkekörner oft als Zelleninhalt vor. Die Zellenhaut besteht bei den meisten aus Cellulose. Der Algenkörper ist bald einzellig, bald und gewöhnlich vielzellig, seine Größe wechselt von mikroskopischer Kleinheit ($^1/_{800}$ par. Linie) bis zu einer Länge von 1500 Fuß (die Riesentange des antarktischen Meers). Derselbe ist meist an feste Gegenstände (Steine, Pflanzenstengel, Muscheln, Schneckenhäuser, Korallen, Wurzeln, Holzwerk) geheftet, seltener schwimmt er frei im Wasser. Die wenigen an der Luft vegetirenden Algen wachsen auf feuchter Erde, an feuchten schattigen Wegen, Felsen, Mauern und Baumstämmen. Die Fortpflanzung geschieht durch stets einzellige Samensporen und Schwärmsporen; erstere, oft in besondere Behälter (Sporangien, Sporokarpien) eingeschlossen, sind oft das Product einer geschlechtlichen Zeugung, in welchem Falle die Befruchtung der weiblichen Zelle durch bewegliche Protoplasmakörperchen (Schwärmfäden oder Spermatozoiden) ausgeführt zu werden pflegt (so bei den Fucoiden). Bei den niedrigsten einzelligen Algen findet vorzugsweise eine Vermehrung durch Zweitheilung statt (Diatomeen, Desmidieen), doch kommt auch bei vielen derselben die Bildung von Samensporen infolge einer sogenannten Copulation vor, worauf hier nicht eingegangen werden kann. Die Mehrzahl der Algen lebt im Meere, es kommen auch zahlreiche Algengeschlechter in süßen, besonders stehenden Gewässern vor. Aus solchen gemeinlich lebhaft grün gefärbten Süßwasseralgen besteht der bekannte flockige Schlamm, welcher die Oberfläche der Teiche oft auf weite Strecken bedeckt, im Herbst zu Boden sinkt und im Frühjahr wieder an die Oberfläche des Wassers sich erhebt. Die Meeralgen, von denen die größern lederartigen, meist olivenbraun gefärbten Arten Tange genannt zu werden pflegen, zeigen alle möglichen Farben; viele von ihnen prangen im prächtigsten Purpurroth und Violett. Alle Meeralgen sind iodhaltig; die Tange werden deshalb zur Jodgewinnung benutzt. — Die Algen bilden eine sehr große Abtheilung unter den Sporengewächsen, nächst den Phanerogamen die größte, und zerfallen in eine Menge Gruppen oder Familien. Die Beschränktheit des Raums gestattet hier nur einige Repräsentanten der Hauptformen des Algenkörpers vorzuführen.

Taf. 7, Fig. 1 und 2. Stäbchenalgen (Diatomeen), und zwar Fig. 1 Diatoma flocculosum, Fig. 2 a Navicula viridis, b Frustulia viridula, alle drei stark vergrößert. Die Diatomeen sind mikroskopische einzellige Algen von kahn-, stab-, spindel-, scheibenförmiger oder anderer Gestalt, welche bald einzeln frei im Wasser schwimmen und sich dann scheinbar willkürlich bewegen, bald zu Colonien vereinigt (Fig. 1) oder an feste Gegenstände angeheftet sind. Häufig in stehenden kleinen Wässern, Torfgräben, auch im Schlamm. — Fig. 3. Eine Fadenalge (Zygnema quininum), a nat. Gr., b ein Stück Faden stark vergrößert. Der fadenförmige Körper besteht aus aneinandergereihten Zellen, deren jede ein Spiralband von Chlorophyll enthält. In Teichen. — Fig. 4. Eine Gallertalge (Protococcus viridis). Zu den einzelligen Algen gehörend, aus grünen gallertweichen Kugelzellen bestehend, welche sich durch Theilung vermehren. An Baumstämmen und Steinen. — Fig. 5. Die Froschlaichalge (Batrachospermum moniliforme). Eine zierliche, schleimige, in kalten klaren Quellen und Bächen an Steinen haftende Alge von schön grüner, olivengrüner oder schön violetter Farbe, welche dem bloßen Auge wie aus lauter Gallertkügelchen zusammengesetzt erscheint (a nat. Gr.), während das Mikroskop zeigt, daß sie aus einem Stamm mit quirlförmig angeordneten Ästbüscheln besteht (b). — Fig. 6 Plocamium purpureum und Fig. 8 Delessertia sanguinea. Zwei prächtig purpurroth gefärbte Algen der Nordsee, sind Repräsentanten der durch schöne Formen und Farben und sehr eigenthümliche Fructification ausgezeichneten Gruppe der Blumentange (Florideen). Fig. 6, b ein Stück vergrößert mit Fruchtkapseln. Bei Delessertia sanguinea ahmen die Abschnitte des Algenkörpers die Form von Blättern von Samenpflanzen nach. — Fig. 7. Der Blasentang (Fucus vesiculosus), einer der verbreitetsten Meertange, in der Nord- und Ostsee gemein, hält sich durch meist paarweise angestellte lufterfüllte Räume (Schwimmblasen) im Wasser schwimmend. Textur lederartig, Farbe frisch olivenbraun. Die Endlappen tragen zahlreiche Grübchen, in welchen die Fructificationsorgane sich befinden. — Fig. 9. Der schwimmende Beerentang (Sargassum natans) hält sich im Meerwasser schwimmend durch gestielte beerenförmige Luftbehälter, bildet im Atlantischen Meere im Verein mit andern schwimmenden Tangmassen die große Sargassobank von Corvo und Flores.

Dritte Klasse.

Mit geschlechtslosem Vorkeime versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta proembryonata).

(Tafel 7.)

5. Ordnung. **Armleuchtergewächse** (Characeae). Untergetauchte, chlorophyllreiche Wassergewächse, welche mittels Rhizoiden (Haare) im Schlamme wurzeln, aus einem einfachen oder verzweigten, knotig gegliederten, mit quirlförmig angeordneten Blättern besetzten Stengel bestehen und sich durch geschlechtlich erzeugte Sporen fortpflanzen, nebenbei (wenigstens manche Arten) auch noch durch Brutknospen (Bruttkörper) vermehren (Taf. 7, Fig. 34). Ihr Stamm besteht entweder aus einer Reihe langgestreckter Cylinderzellen (Nitella), oder es sind um einen axilen Strang solcher Zellen gestreckte Rindenzellen in spiraliger Richtung gewunden (Chara, Fig. 34, 35). Die Blätter (nach andern Aeste) bestehen bald nur aus einer Zelle, bald aus mehrern und erscheinen dann gefiedert (Fig. 34). Am Grunde der Blätter sitzen die Fructificationsorgane, theils männliche (Antheridien), kapselartige, höchst complicirte Gebilde, welche zahlreiche Spermatozoiden entwickeln, theils weibliche (Sporenknospen), knospenförmige Organe, welche eine große Zelle einschließen, die sich infolge der Befruchtung durch die Spermatozoiden zu einer Samenspore entwickelt. Die keimende Spore bildet bei Chara einen Vorkeim, aus dem später die neue Pflanze hervorwächst, während bei Nitella sich unmittelbar aus dem Keimschlauch der Spore die neue Pflanze entwickelt. Die Characeen bilden somit den Uebergang von den Thallophyten zu den Cormophyten. Sie wachsen in stehenden, namentlich süßen Gewässern. Manche Arten erreichen mehrere Fuß Länge, viele zeichnen sich durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk aus und werden dann sehr zerbrechlich. — Fig. 34. Der **gemeine Armleuchter** (Chara vulgaris), in stehenden Wässern häufig. Fig. 35 ein Blattknoten nebst anfitzendem Antheridium, vergrößert.

6. und 7. Ordnung. **Lebermoose** (Hepaticae) und **Laubmoose** (Muscineae). Vielzellige, chlorophyllreiche, daher meist schön grün gefärbte Stammsporenpflanzen, der Mehrzahl nach mit deutlich beblätterter Achse, welche an ihrem Stamm, oft erst nach mehrjährigem Vegetiren, männliche (Antheridien) und weibliche (Archegonien) Geschlechtsorgane entwickeln, worauf aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums ein eigenthümliches, mit dem Mooskörper gar nicht organisch verbundenes, doch von ihm ernährtes Gebilde (das Sporogonium) hervorgeht, das sich zu der die Keimzellen einzelligen Sporen enthaltenden Frucht weiter entwickelt. Antheridien und Archegonien sind oft mit verschieden geformten, bisweilen sogar bunt gefärbten Hüllblättern umgeben oder voneinander getrennt, sodaß den Blüten der Stammpflanzen ähnliche Gebilde entstehen (Moosblüten). Die Moose ernähren sich ausschließlich von anorganischen Stoffen und wachsen der Mehrzahl nach auf feuchter Erde, an schattigen Felswänden und Baumstämmen, auf Steinblöcken, seltener auf dürrem, sandigen Boden, am seltensten im Wasser.

Die **Lebermoose** haben der Mehrzahl nach eine geflügelige, gewöhnlich mit vier Klappen kreuzweise aufspringende, bisweilen auch mit mehrern Zähnen sich öffnende Frucht (Sporenkapsel, Taf. 7, Fig. 24), seltener eine schotenförmige, zweiklappige (Fig. 23) oder eine geflügelte, geschlossen bleibende Frucht (Riccia). Bei der Entwickelung aus der Eizelle durchbricht dieselbe die Scheitelwölbung des Archegoniums, welches meist als eine Scheide am Grunde der Frucht (Fig. 23) oder als oft vorhandenen und dann immer sehr zarten weiten Fruchtstiels (Fig. 24 b) zurückbleibt. Die Frucht ist immer unverhüllt (nackt). Die kreuzweise oder mit Zähnen aufspringenden Sporenkapseln enthalten stets elastische, schlauchförmige, mit einer oder zwei Spiralfasern ausgekleidete Zellen, welche beim Aufspringen der Frucht sich plötzlich ausstrecken und die Sporen fortschnellen (Schleudern, Elateren, Fig. 20; stark vergr.). Die Lebermoose zerfallen in **laubartige** (H. frondosae) und **beblätterte** (H. foliosae oder Jungermanniaceae). Bei erstern ist der Körper noch nicht deutlich in Stamm und Blätter differenzirt, sondern bildet ein bald unregelmäßig, bald regelmäßig gelapptes oder zertheiltes Laub (Fig. 17, 18, 22, 24), während bei letztern der meist gabeltheilige Stengel mit vielen äußerst zart gebauten, gewöhnlich zweizeilig angeordneten Blättern besetzt erscheint (Fig. 25). Aus der keimenden Spore geht gewöhnlich unmittelbar die neue Pflanze hervor, nur wenige Lebermoose bilden zunächst einen laubartigen Vorkeim. — Fig. 17. Die **gewimperte Riccia** (Riccia ciliata), a nat. Gr., b vergrößert. Auf Teichschlamm, hin und wieder. — Fig. 22, 23. Das **Hornmoos** (Anthoceros laevis), mit schotenförmigen Früchten, deren Sporen an einem Stiele sitzen, ohne Schleudern. Auf feuchten Aeckern, selten (22 nat. Gr., 23 vergr.). — Fig. 18—21. Das **gemeine Lebermoos** (Marchantia polymorpha), an steinernen Wassertrögen, Bachrändern, quelligen Orten, auf feuchter Gartenerde, Gewächstöpfen häufig. 18 weibliche, 21 männliche Pflanze in nat. Größe. Bei beiden sind die Fortpflanzungsorgane an gestielten Scheiben (receptacula) befestigt, bei der weiblichen Pflanze diese Scheiben convex, sternförmig getheilt, an ihrer untern Seite die Archegonien und später die Kapseln tragend (Fig. 19, vergr.); bei der männlichen sind die Scheiben flach, seicht gekerbt und tragen die Antheridien in sternförmiger Gruppe auf der obern Fläche (Fig. 21 b, vergr.; der aus Versehen gezeichnete Stiel ist wegzudenken). Fig. 20, Schleuder mit Sporen, stark vergr. — Fig. 24. Der **Ohnnerv** (Aneura palmata), an faulen Baumstümpfen, auf feuchtem Lehmboden in schattigen Wäldern (a nat. Gr., b vergr.). — Fig. 25, 26. Die **breitblätterige Jungermannia** (Jungermannia platyphylla), an schattigen Bäumen und Felsen, lockere Rasen bildend. Die untere Seite dieses Lebermooses ist mit Nebenblättern besetzt (Fig. 26, vergr.).

Die **Laubmoose** unterscheiden sich von den Lebermoosen durch die mit einer Mütze (calyptra) versehene Sporenkapsel, welche sich meist mit einem Deckel öffnet und deshalb Büchse (theca) genannt wird, durch den derben, meist rothbraunen Fruchtstiel (Borste, seta), durch den Mangel der Schleudern, durch ihren viel derbern Bau und dadurch, daß bei allen aus der keimenden Spore zunächst ein confervenartiger Vorkeim (proembryo oder protonema) entsteht, aus dessen Knospen der beblätterte Moosstengel hervorwächst. Nur wenige Gruppen von Laubmoosen haben eine geschlossen bleibende Frucht (Phascum), oder eine mit Klappen aufspringende (Andreaea, Fig. 28), oder eine nackte, gleich den Lebermoosen. Das letztere ist bei den **Torf- oder Wassermoosen** (Sphagnum) der Fall, welche überhaupt manches mit den Lebermoosen gemein haben. Diese auf Torfboden und an nassen Waldstellen gesellig wachsenden Moose, aus deren abgestorbenen und verkohlten Stengeln der Torf oft ausschließlich besteht (der Stechtorf), ausgezeichnet durch einen sehr merkwürdigen Zellenbau, der sie zur Aufsaugung und Festhaltung des Wassers befähigt, haben meist eine bleiche, gelbgrüne oder strohgelbe oder bräunliche, seltener röthliche bis purpurrothe und violette Farbe und bilden weiche, elastische Rasen. Fig. 29 zeigt eine der gemeinsten

ten (Sphagnum subsecundum), Fig. 30 dessen aufgesprungene Kapsel vergrößert. — Fig. 27. Das Alpenmoos (Andreaea alpina), klein, schwarzgrün, in dichten Polstern auf Steinblöcken in Hochgebirgen. Fig. 28 die aufgesprungene Frucht, vergr. — Fig. 31. Das glänzende Astmoos (Hypnum splendens). In Wäldern auf schattigem, feuchtem Boden (Fig. 32, a die Büchse mit der Mütze, vergr.). Bei den Astmoosen, welche vorzugsweise den Moosteppich unserer Nadelwälder bilden, sowie bei sehr vielen andern ist die Mündung der Büchse mit hygroskopischen Zähnen (Mundbesatz) versehen, welche erst nach dem Abspringen des Deckels sichtbar werden und sich dann ausbreiten (Fig. 32, b stark vergr., c drei Sporen, ebenso). — Fig. 33. Der Widerthon (Polytrichum juniperifolium), häufig auf feuchtem, undurchlassendem Boden in Wäldern. Bei dieser Gattung ist die Mütze mit abwärts gerichteten Haaren bedeckt, die Büchse vierkantig und mit einem geschnäbelten Deckel versehen (Fig. 33, vergr.). Die Mündung hat einen aus 32 oder 64 Zähnen bestehenden Mundbesatz und ist durch eine horizontale zarte Haut (Zwerchfell) geschlossen. Die Widerthonarten sind zweihäusige Pflanzen, die männlichen Individuen tragen kleine, schön rothe, rosettenförmige Blüten an der Spitze des stets einfachen Stengels.

Vierte Klasse.

Mit Geschlechtsorgane tragendem Vorkeim versehene Stammsporenpflanzen (Cormophyta prothallionata).

(Tafel 8 und 9.)

8. Ordnung. Farrn (Filices). Ausdauernde (sehr selten einjährige) Gefäßsporenpflanzen mit meist unterirdischen, seltener oberirdischen reichbeblätterten Stämmen und chlorophyllreichen, daher gewöhnlich schön grün gefärbten, zusammengesetzten oder zertheilten, selten einfachen und ganzen Blättern, welche anfangs meist uhrfederartig zusammengerollt sind und von denen entweder alle oder nur einzelne von bestimmter Form zahlreiche Sporenkapseln an ihrer untern Fläche, selten an beiden entwickeln. Vorkeim als zweilappiges Laub ausgebildet, an dessen unterer Fläche Antheridien und Archegonien neben zahlreichen Wurzelhaaren stehen. Aus der durch die mit bewimpertem Schweif versehenen Spermatozoiden der Antheridien befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich das erste Blatt der neuen Pflanze (Taf. 8, Fig. 7 f). Die Farrn vegetiren insgesammt an der Luft und wurzeln entweder im Boden oder sind durch zahlreiche Adventivwurzeln an Baumstämme und Felswände angeheftet. Sie ernähren sich nur von anorganischen Stoffen, lieben der Mehrzahl nach einen feuchten und schattigen Standort und sind vorzüglich Bewohner der wärmern Zonen. Die Farrn zerfallen in folgende 8 Familien:

Fam. 1. Echte Farrn (Polypodiaceae). Sporenkapseln mit zarter, aus einer einfachen Zellenschicht bestehenden Wandung und einem verticalen, unvollständigen, elastischen Ringe, welcher durch einen Querspalt aufreißt und die Kapsel öffnet (Taf. 8, Fig. 1 b). Die Sporen sind meist tetraedrisch, die Kapseln zusammengedrückt, oft gestielt, gelblich oder bräunlich. Die Polypodiaceen, zu denen die Mehrzahl der Farrn gehört, sind meist Kräuter mit kriechenden unter- oder oberirdischen, reich mit braunen Schuppen (Spreublättern) bedeckten Stämmen, seltener aufrechte Bäume (Baumfarrn) mit palmenartiger Krone, großen fiederförmig zusammengesetzter oder zertheilter Blätter an ihrer Spitze, ihre Blätter (Wedel) in der Regel ein- bis dreifach fiedertheilig oder fiederschnittig oder auch gefiedert, selten einfach und ganz (Taf. 8, Fig. 9), die Abschnitte oder Fiedern von gabeltheiligen Nerven durchzogen, die Stiele der Blätter meist mit Spreuschuppen von zierlicher Bildung (Fig. 7 g) besetzt, seltener nackt. Die Sporenkapseln stehen in bestimmt geformten Häufchen (Fruchthäufchen, sori), welche entweder nackt (Fig. 1 a) oder mit einer zarten Membran (Schleier) bald ganz, bald nur theilweise bedeckt sind (Fig. 3 a, 7 a). Nackte Fruchthäufchen haben z. B. die Gattungen Polypodium, Ceterach, Gymnogramme, beschleierte die Gattungen Asplenium, Aspidium, Athyrium, Adiantum, Pteris und Scolopendrium.

Taf. 8, Fig. 1. Der gemeine Tüpfelfarrn (Polypodium vulgare), mit ½ bis 1 Fuß langen lanzenförmig fiedertheiligen Blättern und nackten, rundlichen, rostgelben Fruchthäufchen (a), wächst in Deutschland und einem großen Theil Europas an Felswänden, auch auf Baumstämmen, und hat einen kriechenden, dicht beschuppten Stamm, welcher unter dem Namen Engelsüß (Rad. Polypodii s. Filiculae dulcis) als Mittel gegen Husten officinell ist.

Fig. 2. Der Buchenfarrn (Polypodium Dryopteris), ein in Laubwäldern, besonders in haubaren Rothbuchenbeständen sehr häufig vorkommendes, höchst zierliches Farrnkraut mit kriechendem, verzweigtem Stamm, zerbrechlichen Blattstielen, doppeltfiederschnittigen Blättern und fiederspaltigen Blattabschnitten, deren untere Seite mit punktförmigen braunen Fruchthäufchen besetzt ist.

Fig. 3. Der gemeine Streifenfarrn (Asplenium Trichomanes), in Feld- und Mauerspalten wachsend, hat ein faseriges Rhizom und büschelförmig gestellte 4—6 Zoll lange, einfach gefiederte Blätter mit glänzend schwarzem Stiel und sehr verschieden geformten Blättchen. Die Fruchthäufchen bilden, wie bei allen Arten von Asplenium, längliche, quere Streifchen, welche von der einen Seite her mit einem länglichen Schleier bedeckt sind (Fig. 3 a).

Fig. 4. Die Mauerraute (Asplenium Ruta muraria), an ähnlichen Orten wie der vorhergehende wachsend und gleich diesem ehemals officinell, hat einfach zweifach fiederschnittige Blätter, deren keilförmige übrigens sehr verschieden geformte Abschnitte mit fächerförmig gruppirten Fruchthäufchen besetzt sind (Fig. 4 a).

Fig. 5 zeigt eine Art der zierlichen Gattung Adiantum, bei welcher die Fruchthäufchen am Rande der Blättchen des meist sehr zusammengesetzten Blattes liegen, verborgen unter umgeschlagenen, anfangs weißen, zuletzt braunen Läppchen des Randes, welche zugleich als Schleier dienen. Hierher gehört das in Südeuropa und schon in Süddeutschland an feuchten, schattigen und steinigen Orten wachsende Frauenhaar (Adiantum Capillus Veneris), dessen Kraut officinell ist. Unsere Abbildung zeigt ein Stück eines Blattes einer in unsern Gewächshäusern sehr cultivirten Art aus Brasilien in natürlicher Größe.

Fig. 6. Der weibliche Tüpfelfarrn (Athyrium Filix femina), wol das gemeinste der in Deutschland wachsenden Farrnkräuter, hat doppelt bis dreifach fiederschnittige Blätter, welche 1—3 Fuß lang werden und federbuschartige Büschel an Ufern von Bächen und in feuchten Wäldern bilden. Die fiederspaltigen Abschnitte tragen winkelförmige Fruchthäufchen (Fig. 6 a), welche anfangs von einem nierenförmigen, gefransten Schleier (6 b) verhüllt sind, später zusammenfließen, worauf die ganze untere Seite der Blätter mit der braunen Sporenkapseln bedeckt erscheint.

Fig. 7. Der männliche Schild- oder Wurmfarrn (Aspidium Filix mas) unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch die breitern, nur gekerbten oder

ägten Abschnitte der Blätter und die rundlichen uchthäufchen, welche mit einem nierenförmig-rund-ien, ganzrandigen Schleier bedeckt sind (7 a, b). ächst an ähnlichen Orten in ganz Europa. Sein ler Wurzelstock dient als Mittel gegen den Band-rm.

Fig. 8. Der Adlerfarrn (Pteris aquilina), ein fast ganz Europa in Wäldern auf trockenem und chtem Moorboden häufig vorkommendes, geselliges chsendes Farrnkraut mit aufrechtem, mehrblätterigem, –5 Fuß hohem Stengel, dessen zwei- bis drei-h fiederschnittigen Blätter längs der Ränder gestielte orenkapseln (b) entwickeln, die von dem schmalen, ndständigen Schleier bedeckt sind (a). Der Name ses Farrnkrauts, welches in Gegenden, wo es massen-st wächst, zu Streu und Dünger benutzt wird, kommt von her, daß die Gefäßbündel des Stengels auf iem schiefen Querschnitt eine Gruppe bilden, die dem lde eines Doppeladlers bisweilen ziemlich ähnlich ht (c).

Fig. 9. Die Hirschzunge (Scolopendrium officinarum), durch einfache und unzertheilte Blätter ausgezeichnet, welche mit Einschluß des spreublätterigen tiels 1 — 1½ F. Länge erreichen und zu beiden eiten der Mittelrippe schiefe, parallele, streifenförmige uchthäufchen mit dünnem, bald verschwindendem chleier entwickeln; wächst hin und wieder in Deutsch-nd, häufiger in West- und Südeuropa an schattigen elsen und Mauern und war früher officinell.

Fam. 2. Cyatheaceen (Cyatheaceae). Meist Baumfarrn der wärmern Zonen, unterscheiden sich von en Polypodiaceen, denen sie sehr ähnlich sind, durch en vollständigen und schief gestellten breiten Ring der porenkapseln (Taf. 9, Fig. 4). In Europa fehlen iese Farrn ganz, mehrere werden häufig in den Gewächshäusern cultivirt.

Taf. 9, Fig. 1—4. Alsophila armata, ein stattlicher Baumfarrn Brasiliens mit 7—8 F. langen, dreifach iederschnittigen Blättern, deren Zipfel die von gegliederten Fäden umgebenen Fruchthäufchen (3) in zwei eihen an der untern Fläche tragen. Die Blattstiele nd im untern Theil stachelig, nach oben hin dicht mit arförmigen Spreuschuppen besetzt. Bei manchen Cyaeaceen, z. B. dem auf Sumatra wachsenden Balanum Culcita, ist der Stamm mit langen Haaren bekt, welche als blutungstillendes Mittel (paleae Citii, Pengawar, Paku Kidang) Verwendung finden.

Fig. 5—7. Balantium arborescens, ein Baumfarrn on der Insel St.-Helena mit 10 F. hohem Stamm nd dreifach fiederschnittigen Wedeln, deren Abschnitte n den Rändern nackte Fruchthäufchen tragen (Fig. 7). ei Fig. 5 ist ein Querschnitt des Stammes abgebilt, welcher die seltsamen hufeisenförmigen Gefäßbündel igt.

Fam. 3. Hautfarrn (Hymenophylleae). Kleine arrnkräuter mit zarten, aus einer einzigen Zellenschicht ebildeten Blättern. Sporenkapseln zart, mit vollstänigem schiefen oder queren Ringe (Fig. 11), mit einem ängsspalt aufspringend, innerhalb einer becher- oder ugförmigen zarten Hülle an einem oft weit hervorgenden Stiele (receptaculum) befestigt (Fig. 9 und 0). Blätter von wenigen gabeltheiligen Nerven durchgen, welche sich in den Spitzen der Blattzipfel unittelbar zum Fruchtträger verlängern. Mit Ausnahme eniger im westlichen Europa vorkommender Arten sind ie Hautfarrn Bewohner der wärmern Zonen, wo sie amentlich an Baumstämmen und Felsen wachsen. ig. 8 zeigt einen im tropischen Amerika heimischen autfarrn (Trichomanes Bancroftii) in natürlicher röße.

Fam. 4. Gleicheniaceen (Gleicheniaceae). Farrnkräuter mit meist gabeltheiligem Stengel und mehrfach gefiederten oder fiederschnittigen Blättern, an deren unterer Fläche nackte, mit einem vollständigen queren Ringe versehene, mittels eines Längsspaltes aufspringende Kapseln sitzen. Bewohner der Tropengegenden, besonders der südlichen Halbkugel, Chinas und Japans.

Fam. 5. Spaltfarrn (Schizaeaceae). Sporenkapseln sitzend, mit einem endständigen, deckelförmigen Ringe versehen (Fig. 13), mit einem Längsspalt aufspringend. Farrnkräuter der Tropengegenden und Nordamerikas mit sehr verschieden geformten Blättern, von denen gewöhnlich nur einzelne eigenthümlich geformte fruchtbar sind. Fig. 12, 13. Schizaea bifida, ein in Neuseeland und Nordaustralien wachsender Spaltfarrn mit langgestielten, 6—18 Zoll langen Blättern.

Fam. 6. Traubenfarrn (Osmundaceae). Sporenkapseln zart, sitzend, mit einem gipfelständigen queren, aber nur halb ausgebildeten Ringe, mit einem Längsspalt zweiklappig aufspringend (Fig. 16). Farrnkräuter mit aufrechtem beblätterten Stengel und gefiederten Blättern, von denen die obersten die Sporenkapseln entwickeln, welche, die zusammengezogenen Fiedern dicht bedeckend, traubenförmig angeordnet erscheinen (Fig. 15). Fig. 14 zeigt den obern Theil des in Europa an sumpfigen Waldstellen vorkommenden Königsfarrn (Osmunda regalis), welcher bisweilen mannshoch wird, stark verkleinert. Die Fruchttrauben und das Mark des Wurzelstocks waren früher officinell.

Fam. 7. Marattiaceen (Marattiaceae). Sporenkapseln derbwandig, lederartig, ohne Ring, entweder einzeln, frei, mit einer Längsspalte nach innen aufspaltend oder unter sich verwachsen, ein mehrfächeriges Fruchthäufchen bildend, dessen Fächer sich mit einem Längsspalt oder einem Loche öffnen. Stattliche, zum Theil baumartige Farrn mit verschieden geformten, bisweilen sehr großen mehrfach gefiederten Blättern, welche am Rande oder der untern Fläche die Sporenkapseln oder Fruchthäufchen tragen. Bewohner der Tropengegenden und der südlichen Halbkugel.

Fam. 8. Aehrenfarrn (Ophioglosseae). Sporenkapseln derbwandig, lederartig, ohne Ring, mit einem Querspalt klappenartig aufspringend (Fig. 18), sitzend, ährenförmig gruppirt. Farrnkräuter mit faserigem oder knolligem Wurzelstock, der nur wenige Blätter (oft nur eins) entwickelt. Blätter in zwei einfache oder verschieden zerschnittene Segmente getheilt, von denen das obere die Kapseln an den Rändern entwickelt und deshalb immer stark zusammengezogen ist. — Fig. 17. Diese Familie besteht nur aus den Gattungen Ophioglossum und Botrychium. Die gemeine Natterzunge (Ophioglossum vulgatum), auf trockenen Grasplätzen wachsend, hat unzertheilte Blattsegmente, von denen das obere eine schmächtige spitze Fruchtähre bildet. — Taf. 8, Fig. 10. Die Mondraute (Botrychium Lunaria), mit fiederschnittigen Blattsegmenten und deshalb verzweigter Fruchtähre, wächst an ähnlichen Orten. Beide waren früher officinell.

Die Farrn bilden die größte Abtheilung der Gefäßsporenpflanzen und kommen namentlich in den Tropengegenden in vielen Gattungen und Tausenden von Arten vor. Viel massenhafter müssen diese Pflanzen aber in jener fernen Periode der Bildung unserer Erdrinde, welche mit der Entstehung der Steinkohlenformation endete, aufgetreten sein, da die Steinkohlen großentheils aus den verkohlten Resten von Farrn, namentlich von Baumfarrn, bestehen.

9. Ordnung. Schachtelhalme (Equisetaceae). Ausdauernde krautartige Gewächse mit gegliederten ober- und unterirdischen Achsen, deren Glieder hohl und deren

Knoten mit gezähnten oder zerschlitzten Scheiden besetzt sind, die ihrerseits aus einem Kreise unter sich verwachsener kleiner Blätter bestehen. Die unterirdischen Achsen entwickeln an ihren Knoten Adventivwurzeln und Knospen, aus welchen die oberirdischen Stengel hervorgehen (Taf. 9, Fig. 19). Letztere sind entweder einfach oder quirlästig (Fig. 20) und tragen entweder eine einzige Fruchtähre an ihrer Spitze oder solche auch an den Spitzen der Aeste (dann gewöhnlich nur der obersten), welche wieder entweder einfach oder mit Seitenzweiglein besetzt, übrigens ebenso wie der Stengel gebaut sind. Die Fruchtähren bestehen aus übereinandergestellten Wirteln von gestielten schildförmigen Schuppen mit sechseckigem Schild (Fig. 21), an deren unterer (innerer) Fläche säckchenförmige Sporenbehälter angebracht sind, welche schließlich aufplatzen und die kugeligen, meist graugrün gefärbten Sporen als ein feines Pulver ausstreuen. Jede Spore ist von zwei elastischen Fäden (Elateren, Schleudern) umschlossen, welche beim Aufplatzen der Sporensäckchen sich ausdehnen und dadurch die Spore fortschleudern (Fig. 22). Die keimende Spore entwickelt einen unregelmäßig gelappten Vorkeim, welcher entweder nur Antheridien oder Archegonien hervorbringt. Die Vorkeime der Schachtelhalme sind also zweihäusig. Auch hier wird die Eizelle des Archegoniums durch die mit einem spiralig gewundenen und gewimperten Schweif versehenen Spermatozoiden der Antheridien befruchtet und wächst hierauf aus derselben die erste Achse der neuen Pflanze hervor. — Nach der Fruchtentwickelung zerfallen die Schachtelhalme 1) in solche, welche zweierlei Stengel, fruchttragende, zur Zeit der Fruchtentwickelung stets einfache, und unfruchtbare, immer quirlästige Stengel hervorbringen, und 2) in solche, bei denen die Stengel alle gleichgestaltet, bald einfach, bald verästelt sind und Fruchtähren an ihrer Spitze oder an den Astspitzen zu entwickeln vermögen. Zu den erstern gehört der in Fig. 19—22 abgebildete **Ackerschachtelhalm** (Equisetum arvense), auch Schafthalm, Pferde-, Katzenzahl und Duwok genannt, bekanntlich ein sehr lästiges Unkraut mergeliger und thoniger Aecker; zu der zweiten Gruppe der hin und wieder in Teichen wachsende, immer unverzweigte **Polirschachtelhalm** (E. hyemale), dessen harte Stengel zum Poliren der Möbeln benutzt werden. — Die Schachtelhalme lieben der Mehrzahl nach einen nassen, sumpfigen Boden, viele wachsen auch in stehenden Wässern. Nahe verwandt mit ihnen scheinen die baumartigen **Calamiten** der Vorwelt gewesen zu sein, deren gegliederte und cannelirte Stämme theils verkohlt, theils versteinert in den Schichten der Steinkohlen- und Buntsandsteinformation gefunden werden.

10. Ordnung. **Bärlappgewächse** (Lycopodiaceae). Ausdauernde Gefäßsporenpflanzen mit kriechendem und wurzelndem, selten aufrechtem, gabeltheiligem Stengel, welcher mit kleinen nadel- oder schuppenförmigen Blättern besetzt ist und deshalb sehr häufig ein moosähnliches Ansehen hat. Die Sporenkapseln stehen entweder unter dachziegelig sich deckenden Bracteen in endständigen Aehren (Taf. 9, Fig. 23) oder befinden sich in den Winkeln der obern Blätter des Stengels oder der Aeste. Bei den eigentlichen Bärlappen (Lycopodium) hat man bisher nur eine Form von Sporen in den mit einem Querspalt sich öffnenden Kapseln (Fig. 24) gefunden, welche man noch nicht hat zum Keimen bringen können, bei andern (Selaginella) befinden sich in der einen Kapsel wenige große Sporen (Makrosporen), in der andern viele kleine Sporen (Mikrosporen). Letztere erzeugen Antheridien, durch welche das einzige Archegonium, das sich an dem innerhalb der keimenden Makrospore sich bildenden und endlich deren Hülle zersprengenden Vorkeim entwickelt, befruchtet wird. Aus der befruchteten Eizelle des Archegoniums entwickelt sich auch hier die neue Pflanze. — Fig. 23 zeigt einen Theil des in trockenen Nadelwäldern und auf Heideboden häufig wachsenden gemeinen **Bärlapps** (Lycopodium clavatum) in natürlicher Größe. Seine ein feines schwefelgelbes Pulver bildenden Sporen werden bekanntlich unter dem Namen Semen Lycopodii zum Bestreuen der Pillen und wunder Hautstellen (als Einstreupulver) benutzt, sowie, da sie sich an der Lichtflamme entzünden und explodiren, zur Hervorbringung von Theaterblitzen, weshalb sie auch die Namen Blitzpulver und Hexenmehl erhalten haben. Den Lycopodien sind die in verkohlten, oft riesigen Stämmen in der Steinkohlenformation vorkommenden **Schuppenbäume** (Lepidodendron) offenbar nahe verwandt gewesen. Zu den Lycopodiaceen wird auch die Gattung der **Brachsenkräuter** (Isoëtes) gerechnet, aus Grasbüscheln ähnlichen Pflanzen bestehend, welche der Mehrzahl nach in stehenden Gewässern und auf Sumpfboden wachsen und innerhalb der blasigen Blattscheiden Kapseln mit Makro- und Mikrosporen tragen, die sich ebenso wie bei Selaginella verhalten.

11. Ordnung. **Wurzelfrüchtler** (Rhizocarpeae) oder **Wasserfarrne** (Hydropterides). Ausdauernde auf dem Grunde seichter Gewässer kriechende oder im Schlamme wurzelnde, oder einjährige, auf der Oberfläche stehender Wässer frei schwimmende Pflanzen, deren Früchte an der Basis der Blätter oder zwischen den Wurzelfasern sitzen. Wie bei Isoëtes und Selaginella kommen bei diesen Gewächsen Makro- und Mikrosporen vor, welche entweder in einer und derselben Frucht oder in besondern Früchten eingeschlossen sind. Das erstere ist z. B. bei dem in Fig. 25 in natürlicher Größe abgebildeten **Pillenkraut** (Pilularia globifera) der Fall, wo jede der kugeligen Früchte vier vertical gestellte Fächer enthält (Fig. 26 im Längs-, Fig. 27 im Querschnitt, vergrößert) und in jedem Fache an einer dessen peripherischer Seite vom Scheitel zur Basis der laufenden Längswulst eine Menge blasiger Sporangien sitzen, die unten Makro-, oben Mikrosporen enthalten (Fig. 28 zeigt einen Theil einer solchen Wulst mit Mikrosporensäcken, stark vergrößert). Jede der kleinen kugeligen Mikrosporen erzeugt ein Spermatozoid mit gewundenem Schweif. Bei der Keimung der Makrosporen aller Rhizocarpeen bildet sich im Scheitel der Spore ein kleiner Vorkeim, welcher warzenförmig aus dem Spalt der aufplatzenden Spore hervortritt und das Archegonium entwickelt, nach dessen Befruchtung unter- und innerhalb des Vorkeims bereits entstandene Keim sich zu einer neuen Pflanze weiter entwickelt. Die gekeimte Makrospore der Rhizocarpeen hat deshalb sehr viele Aehnlichkeit mit dem keimbaltigen Samen der höhern Pflanzen, namentlich der Monokotyledonen, wo der Keim auch umhüllt ist von seinem Kotyledon, aber freilich, wie bei allen Samenpflanzen, innerhalb der Samenschale eingeschlossen liegt und keiner Befruchtung bedarf, um sich zu einer neuen Pflanze zu entwickeln. Die Wurzelfrüchtler sind seltene und dabei sehr unscheinbare Gewächse. In Deutschland kommen nur drei zu drei verschiedenen Gattungen gehörende Arten vor, nämlich außer dem Pillenkraut, welches im Schlamm von Teichrändern und in Sümpfen wächst, noch die vierblätterige Marsilie (Marsilea quadrifolia), in stehenden Gewässern West- und Süddeutschlands auf dem Boden umherkriechend, und die schwimmende Salvinie (Salvinia natans), in Teichen hin und wieder schwimmend. Bei letzterer befinden sich die Makro- und Mikrosporen in besondern Früchten.

Fünfte Klasse.

Scheinfrüchtige Samenpflanzen ohne Kotyledonen (Nothocarpae acotyledoneae).

(Tafel 17.) *

12. Ordnung. **Wurzelblütler** (Rhizantheae). usdauernde, nicht grün gefärbte Schmarotzergewächse me wirkliche Blätter, mit eingeschlechtigen Blüten, ren Stamm fast ganz und gar aus Grundgewebe be- bt, indem er nur von wenigen, noch dazu sehr un- llkommen ausgebildeten Gefäßbündeln durchzogen ist. ei den der Blätter gänzlich entbehrenden Rhizantheen iederholen sich gewissermaßen die Formen der Fleisch- ze, bei den übrigen sind die Blätter als fleischige, eist dachziegelig gedrängt stehende Schuppen entwickelt ei Brugmansia, Cytinus). Die Blätter besitzen ein t nur rudimentär ausgebildetes Perigon und sind eist klein, bei den Rafflesien jedoch riesengroß. Hier steht überhaupt die ganze Pflanze nur in einer ein- en einer Baumwurzel unmittelbar aufsitzenden Blume, lche bei der in Wäldern Javas und Sumatras vor- mmenden Rafflesia Arnoldi (Taf. 17, Fig. 7) einen Durch- sser von 3 Fuß erreichen soll. Auch die übrigen Rhizan- een wachsen auf Wurzeln und haben daher den Namen Wurzelblütler" erhalten. Sie bestehen entweder nur s einer von Schuppenblättern umgebenen Blume . B. Brugmansia, Fig. 6) oder sind fleischige be- uppte oder nackte Blütenstände (Cytinus, Cynomo- um, Balanophora). Ihre Blüten sind bald mit einem erigon begabt, bald hüllenlos, ihre Staubgefäße und tempel meist sehr unvollkommen, letztere oft mit dem lütenboden und den Blütenhüllen verschmolzen. Am nvollkommensten sind aber die immer sehr kleinen amen organisirt, indem dieselben gewöhnlich keinen eutlich entwickelten Keim und nur sehr selten Spuren on Kotyledonen wahrnehmen lassen, sondern aus einer ellenmasse (Endosperm, Sameneiweiß) bestehen, welche n rudimentären Embryo umschließt und deshalb n Rhizocarpeen gleicht. Die Rhizantheen bewohnen r Mehrzahl nach die Tropengegenden, wenige kom- en in Südeuropa vor. Sie zerfallen in die drei milien der Balanophoreen, Cytineen und Rafflesia- en. Zu letztern gehören die auf Taf. 17 abgebildeten rten. Fig. 6 Brugmansia Zipelii in $^1/_2$ nat. Größe, enfalls auf Java beimisch. Perigon und Blume wendig wie ein Thierfell behaart, gelblich, Schuppen- itter am Grunde violett. — Fig. 7 Rafflesia Arnoldi, ls aufgeblüht, rechts im Knospenzustande. a und b er der vielkammerigen Staubbeutel im Längs- und uerschnitt, vergrößert. c ein Theil der den halb- terständigen Fruchtknoten bedeckenden Scheibe mit rbe. d zwei Samenknospen aus den innern Hohl- umen des Fruchtknotens, vergrößert. Die ganze Pflanze braun und verbreitet im aufgeblühten Zustande einen erträglichen Aasgeruch. Die ganze Blume gestaltet b zu einem Fruchtkörper um, welcher zahllose äußerst ine Samen in Form eines braunen an Pilzsporen innernden Pulvers in seinen Höhlungen enthält. Die hizantheen sind so fremdartige und zugleich in jeder insicht so unvollkommen organisirte Pflanzenformen, daß e Ansicht, sie seien Ueberbleibsel einer untergegangenen rweltlichen Vegetation, nicht unberechtigt erscheint.

Sechste Klasse.

Scheinfrüchtige Samenpflanzen mit Kotyledonen (Nothocarpae cotyledoneae).

(Tafel 15—17.)

13. Ordnung. **Palmen- oder Zapfenfarrn** (Cycadeae). Holzgewächse von palmenartigem Ansehen, welche wegen der Verlängerung ihres stets einfachen Stammes durch eine Gipfelknospe und wegen der schneckenhausförmigen Einrollung der Abschnitte der fiedertheiligen Blätter an die Baumfarrn erinnern, hinsichtlich des anatomischen Baues des Holzes und der Verdickung des Stammes aber und besonders wegen ihrer zapfenförmigen Blüten und Scheinfrüchte den Coniferen am nächsten verwandt sind. Die Cycadeen sind kleine zweihäusige Bäume mit einfachem dicken säulenförmigen Stamme, dessen Oberfläche mit den Narben der abgefallenen Blätter bedeckt ist (Taf. 17, Fig. 4). Letztere bilden an der Spitze um die beschuppte Endknospe herum eine Krone, wie die Blätter der Palmen und Baumfarrn, sind oft sehr lang, fiederschnittig oder fiederspaltig und von holziger Beschaffenheit. Zwischen den Blättern stehen lederartige Schuppen, welche auch die Endknospe umhüllen. Sowol die männlichen als die weiblichen Blüten sind von zapfenförmiger Gestalt und entwickeln sich an der Spitze des Stammes zwischen den jüngsten Blättern. Die männlichen Zapfen bestehen aus an eine centrale Spindel angehefteten verschieden geformten lederartigen Schuppenblättern (Staubblättern), deren untere Seite mit zahlreichen halbkugeligen Antherenfächern besetzt ist (Fig. 11 b); die weiblichen, oft eine bedeutende Größe erreichenden Zapfen sind ähnlich gebildet, und tragen bald in Ausschnitten flacher Schuppenblätter (Fig. 4 c), bald an der innern Seite gestielter schildförmiger Schuppen große nackte Samenknospen. Aus diesen gehen große Samen mit fleischig-saftiger Außenschale und fester oft steinharter Innenschale hervor, die deshalb saftigen Steinfrüchten (z. B. Kirschen) gleichen. Sie enthalten einen großen Eiweißkörper, welcher einen deutlich ausgebildeten mit zwei Kotyledonen versehenen Embryo umschließt (Fig. 4 g). Der samentragende Zapfen bildet eine große kugelige ei- oder walzenförmige Scheinfrucht.

Die Cycadeen sind ebenfalls eine Pflanzengruppe, welche mehr der Vorwelt als der Gegenwart anzugehören scheint. In der That müssen die Cycadeen in frühern Perioden der Erdentwickelung viel häufiger gewesen sein als gegenwärtig, da die Zahl der bisjetzt aufgefundenen fossilen Cycadeenarten viel größer als die der gegenwärtig lebenden ist. Von letztern kennt man etwa 60 Arten, von denen die Hälfte das tropische Amerika bewohnt, 10 in Südafrika, 11 in Australien vorkommen und die übrigen von Madagascar durch Ostindien und den Indischen Archipel bis China und Japan verbreitet sind. Das Mark der Cycadeenstämme ist reich an Stärkemehl. Von mehrern Arten, besonders von Cycas circinnalis und C. revoluta wird aus diesem Marke Sago bereitet, welcher einen Theil des in den Handel kommenden „echten" Sago liefert. Beide Arten werden in Gewächshäusern häufig cultivirt, namentlich die zweite, da deren glänzendgrüne Blätter unter dem Namen „Palmenzweige" in vielen Gegenden einen beliebten Schmuck der Särge bilden. Fig. 4 gibt ein Bild von Cycas circinnalis, welche in Ostindien sowie auf den indischen und australischen Inseln wild wächst und dort auch als Sagobaum angebaut wird. a männlicher Zapfen in $^1/_2$ nat. Gr., b eine Schuppe desselben in nat. Gr., c Staubbeutel, vergr., d weiblicher Zapfen, stark verkleinert, e Samenknospen tragende Schuppe desselben in nat. Gr., f Samenknospe durchschnitten, vergr., g reife Frucht, nat. Gr., h Keim in nat. Gr.

14. Ordnung. **Zapfenträger** (Coniferae). Immergrüne, selten sommergrüne Bäume und Sträucher mit einfachen, ganzen und ganzrandigen, gewöhn-

* Durch ein Versehen bei der Numerirung der Tafeln sind die- nigen, welche die nothokarpischen Gewächse enthalten, hinter die onokotylen Gewächse gekommen.

lich steifen lederartigen, abwechselnden oder quirlförmigen, gedrängt stehenden Blättern, eingeschlechtigen kätzchen- oder knospenförmigen Blüten und holzigen Zapfen, selten beeren- oder steinfruchtartigen Scheinfrüchten, welche nackte Samen enthalten. Die männlichen Blüten bestehen nur aus einer Anzahl sehr verschieden und eigenthümlich gebildeter Staubblätter, welche alternirend oder quirlförmig an den stiel-, spindel-, keulen- oder kugelförmigen Blütenboden angeheftet sind, die weiblichen aus ähnlich angeordneten meist schuppenförmigen Fruchtblättern, welche entweder unmittelbar nackte Samenknospen tragen (z. B. bei Cupressus, Taf. 16, Fig. 3 b) oder aus ihrer Basis eine die Samenknospen tragende Schuppe entwickeln (z. B. bei den Tannen, Taf. 15, Fig. 3 b). Die Pollenkörnchen bestehen aus mehrern ineinandergeschachtelten Zellen und sind gewöhnlich mit zwei Blasen versehen, welche als Flugorgane bei der Verbreitung durch den Wind dienen (Taf. 15, Fig. 5 e). Die nackten Samenknospen besitzen nur eine Haut und einen weiten Knospenmund, der oft griffelartig verlängert und mit einer weiten Mündung versehen erscheint (Taf. 15, Fig. 5 d, die beiden hängenden Samenknospen der Länge nach durchschnitten, Taf. 16, Fig. 3 d, aufrechte Samenknospe im Längsschnitt). Samen mit lederartiger oder holziger Schale, welche oft in einen häutigen Flügel (Flugorgan) ausgedehnt ist (Taf. 15, Fig. 5 f), und mit großem Eiweißkörper, welcher den mit zwei bis vielen Kotyledonen versehenen Keim umschließt. Letzterer erhebt beim Keimen infolge bedeutender Streckung des hypokotylen Gliedes die Kotyledonen über den Boden empor, die sich dann ausbreiten (wenn viele, sternförmig). Die Samen reifen entweder im Herbst nach der Blütezeit oder erst nach anderthalb bis zwei Jahren (Coniferen mit ein- und zweijähriger Samenreife).

Die wegen ihres zum Bauen und als Heizungsmaterial sehr nutzbaren Holzes und wegen ihres reichen Gehalts an ätherischem Oel und Harz für den Menschen überaus wichtigen Coniferen lieben ein geselliges Vorkommen und vermögen daher große Waldungen zu bilden. Trotz ihrer Häufigkeit sind jedoch die Coniferen gleich den Cycadeen als eine im langsamen Aussterben begriffene Pflanzengruppe anzusehen, welche mehr der Vor- als Jetztwelt angehört. In der That scheinen die Coniferen in jenen Perioden der Erdrindenbildung, wo die Schichten der Trias abgelagert worden, sowie in der viel spätern miocenen Periode, wo die Braunkohlenlager entstanden, den vorherrschenden Bestandtheil der gesammten damaligen Vegetation gebildet zu haben, während die Cycadeen theils schon in der der Trias vorhergehenden Formation (der permischen), theils in der auf die Trias folgenden (dem untern Jura) zur Herrschaft gelangten.

A. Samenknospen hängend: echte Zapfenbäume oder Nadelhölzer.

Fam. 1. Schmucktannenartige (Araucarieae). Zweihäusige immergrüne Bäume mit Quirlästen, einzelstehenden Blättern, nackten (unbeschuppten) Knospen, je 12—20 Antherenfächern an jedem Staubblatte, großen aufrechten Zapfen, je 1 Samenknospe an jeder Fruchtschuppe, welche die Samenknospe umschließt (Taf. 15, Fig. 1 b), und zweijähriger Samenreife. — Die Araucarien sind der Mehrzahl nach prachtvolle Coniferen von oft riesenhaften Dimensionen und theils in Südamerika, theils in Australien heimisch. Man kennt nur eine Gattung mit 7 Arten.

Taf. 15, Fig. 1. Die Chilitanne (Araucaria imbricata), ein auf den Anden von Chile (namentlich im Lande der Araucaner-Indianer) und in Westpatagonien wachsender Baum, dessen weibliche Exemplare 150 Fuß hoch werden und kugelig-eiförmige menschenkopfgroße Zapfen mit 1 Zoll langen ungeflügelten eßbaren Samen tragen. Die dichtgedrängten steifen und stechenden Blätter sind flach, dreieckig zugespitzt, bis 2 Zoll lang; a Staubblatt vergr., b Fruchtschuppe vergr.

Fig. 2. Die säulenförmige Schmucktanne (Araucaria columnaris), ein prachtvoller schlanker Baum von 150—200 Fuß Höhe mit höchstens 1 Zoll langen pfriemenförmigen, dachziegelförmig gedrängt stehenden Nadelblättern und eiförmigen bis 8 Zoll langen Zapfen. Wächst in Neu-Caledonien, wo er große Waldungen bildet. a Zweig des männlichen Baums mit 2 Kätzchen, b Zweig des weiblichen mit 2 Zapfen in nat. Größe; c und d Fruchtschuppen der weiblichen Blüte, e Staubbeutel. — Verwandt und ebenso schön ist die in unsern Gewächshäusern häufig cultivirte Norfolktanne (A. excelsa) von der Norfolkinsel, welche bis 220 Fuß Höhe erreicht.

Fam. 2. Tannenartige Nadelhölzer (Abieneae). Einhäusige, meist immergrüne Bäume oder Sträucher mit Quirlästen, beschuppten Knospen, nadelförmigen einzeln, paarweis oder gebüschelt stehenden Blättern, je 2 Antherenfächern an jedem Staubblatte und je 2 Samenknospen an flachen, aus der Basis der Fruchtblätter hervorgewachsenen Schuppen, welche später in die holzigen Zapfenschuppen umgebildet, während die eigentlichen Fruchtblätter im Wachsthum zurückbleiben oder ganz verkümmern. Zapfen und Samen reife verschieden. — Hierher gehören die Gattungen der Tannen und Fichten (Abies), der Lärchen (Larix), der Cedern (Cedrus) und der Kiefern (Pinus). Im ganzen kennt man 6 Gattungen und 138 Arten, welche insgesammt der nördlichen Halbkugel angehören.

Taf. 15, Fig. 3. Die Weiß- oder Edeltanne (Abies pectinata) und Fig. 4 die Rothtanne oder Fichte (Abies excelsa). Die Gattung Abies besteht nur aus Bäumen, deren Zweige mit einzeln oder gedrängt stehenden Nadeln von mehrjähriger Lebensdauer besetzt sind. Männliche Blüten kätzchenförmig, zwischen den Nadeln der vorjährigen Triebe, weibliche walzenförmig, an der obern Seite und an der Spitze vorjähriger Triebe, besonders des Wipfels, stets aufrecht. Zapfenschuppen flach, dünn, dachziegelförmig sich deckend, anfangs fest zusammenschließend, zuletzt auseinanderweichend. Samen geflügelt, reifen im ersten Herbst nach der Blütezeit. — Die Weißtanne in Mittel- und Westeuropa verbreitet, und am häufigsten unter andere Nadelhölzer gemengt oder in Laub- (namentlich Buchen-) Wälder eingesprengt, selten für sich allein Waldungen bildend (Schwarzwald, Frankenwald, Pyrenäen) wird bis 170 Fuß hoch, hat an den Zweigen zweizeilig kammförmig gestellte zusammengedrückte, oberseits dunkelgrüne, unterseits mit 2 blassen weißen Streifen gezeichnete Nadeln, gelbe Staubblätter, grünliche weibliche Blüten und aufrechte Zapfen von 4—6 Zoll Länge, über deren breiten Schuppen die nach außen umgebogenen Spitzen der hier erhalten bleibenden Fruchtblätter hervorragen. Zur Zeit der Samenreife lösen sich die Fruchtblätter und Samenschuppen von der Spindel los, der Zapfen zerfällt und blos die Spindel bleibt stehen. (Alle Fig. in nat. Gr.; a Samen, b Samenschuppe.) — Die Fichte, durch Mittel- und Nordeuropa verbreitet und große Waldungen für sich allein oder mit andern Nadelhölzern bildend, ein bis 150 Fuß hoch werdender Baum, unterscheidet sich von der vorhergehenden Art durch vierkantige Spitze, rings um die Zweige herumgestellte, gleichfarbig grüne Nadeln, purpurrothe weibliche Blüten (auch die männlichen sind anfangs roth) und hängende

Zapfen, deren Schuppen sich zur Zeit der Samenreife nicht ablösen, sondern die Samen ausfliegen lassen. Die braunen entleerten Zapfen bleiben noch lange hängen und fallen endlich ganz ab. (Zweig mit männlichen Blüten und Zapfen in nat. Gr., a oberer Theil einer Nadel, b Staubblatt, c Samenknospen tragende Schuppe, vergr.; d Samen und Flügel in nat. Gr.)

Fig. 5. Die gemeine Kiefer oder Föhre (Pinus silvestris). Die Gattung Pinus besteht aus immergrünen Bäumen und Sträuchern, deren Nadeln vom zweiten Lebensjahre an zu zweien, dreien, vieren oder fünfen zusammenstehen, am Grunde umgeben von einer häutigen Scheide, welche die sich entwickelnden Nadeln anfangs ganz umhüllt. Diese Nadelpaare oder Nadelbüschel sind zwei- bis fünfblätterige Kurztriebe, die sich zuerst in den Achsen der einzelnstehenden Nadelblätter der im ersten Lebensjahre gebildeten Achse entwickeln. Die Nadeln sind planconvex (bei je 2) oder prismatisch-kantig (bei je 3—5). Die männlichen Blüten stehen dichtgedrängt um vorjährige Triebe herum, die weiblichen an der Spitze der im Mai entwickelten jungen Triebe einzeln oder zu mehrern quirlförmig. Die Zapfen bestehen bei den meisten Kiefernarten aus holzigen nach ihrer Spitze hin verdickten und hier mit einem nach außen gewendeten Schild (Apophyse), auf dessen Mitte eine Vertiefung oder Erhabenheit (Nabel) bemerkbar ist, endigenden Samenträgern (a, b, c), welche lange Zeit fest zusammenschließen und erst im zweiten Herbst nach der Blütezeit oder noch später auseinanderweichen, worauf die meist geflügelten Samen aus den „aufgesprungenen" nicht zerfallenden Zapfen entweichen. — Die gemeine Kiefer ist durch fast ganz Europa verbreitet und bildet namentlich im Norden und Osten in Ebenen große Waldungen. Ihre Nadeln stehen paarweis und sind auf der planen Fläche bläulich (meergrün), auf der convexen sattgrün, die Zapfen gestielt, hängend, klein (2 Zoll lang), graugelb. Dieser Baum liefert gemeinen Terpentin, Theer und Waldwolle. — Bekannte andere Arten dieser Gattung sind die harzreiche Schwarzkiefer (P. Laricio), die südeuropäische berühmte Pinie (P. Pinea), deren kugelige Zapfen große ungeflügelte Samen mit eßbarem Kern (Piniennüsse) enthalten, die ebenfalls eßbare, ist ungeflügelte Samen (Zürbelnüsse) hervorbringende Zürbelkiefer (P. Cembra) und die nordamerikanische Weymouthskiefer (P. Strobus). Die beiden letztgenannten Arten haben zu fünf gestellte Nadeln.

Fig. 6. Die gemeine Lärche (Larix europaea). Die Arten der Gattung Larix sind sämmtlich sommergrüne Bäume mit zarten hellgrünen Nadeln, welche sich im Frühling entwickeln und im Herbst abfallen. Die im Frühling erscheinenden Nadeln stehen in Büscheln auf höckerförmigen Kurztrieben. Aus den endständigen und benachbarten Büscheln der Zweige wachsen im Juni ruthenförmige Langtriebe (Johannistriebe) mit einzelnstehenden größern Nadeln hervor, in deren Achseln sich Knospen bilden, die sich in neue Kurztriebe umgestalten und daher im nächsten Frühling wieder einen Nadelbüschel entfalten. Männliche Blüten klein, eiförmig, gelb, in großer Anzahl an der untern Seite; weibliche sparsamer, größer, länglich, von verschiedener Farbe, an der obern Seite der Zweige; Zapfen klein, sitzend, aufrecht, verhalten sich wie die Fichtenzapfen, bleiben nach dem Ausfliegen der Samen oft noch jahrelang an den Zweigen; Samen geflügelt, Samenreife einjährig. — Die gemeine Lärche ist in den Alpen und Karpaten heimisch, findet sich aber angepflanzt und verwildert in ganz Mitteleuropa und im nordwestlichen Rußland. Der Stamm wird bis 150 Fuß hoch, die Verästelung ist unregelmäßig quirlig, die weiblichen Blüten sind purpurroth, die Zapfen 1—2 Zoll lang, kahl, hellbraun. Das harzreiche Holz ist ein vorzügliches dauerhaftes Bauholz, aus dem flüssigen Harz wird der venetianische Terpentin bereitet. — Nahe verwandt ist die in Ostrußland und Sibirien heimische sibirische Lärche (L. sibirica), von der europäischen vorzüglich durch anders gestaltete hellgrüne weibliche Blüten und filzige Zapfen verschieden.

Fig. 7. Die Libanon-Ceder (Cedrus Libani). Die Cedern stehen den Lärchen sehr nahe und unterscheiden sich von diesen nur durch die mehrjährigen Nadeln (sind also immergrüne Bäume), durch die größern anders gebildeten Zapfen, deren lederartige Schuppen zur Reifezeit von der Spindel abfallen und durch die zwei- bis dreijährige Samenreife. — Die berühmte Libanon-Ceder wächst nicht allein auf dem Libanon, wo sie fast ausgestorben ist (Fig. 7 zeigt eine Gruppe alter Cedern von dort), sondern auch auf dem cilicischen Taurus, wo sie große Wälder bildet. Wahrscheinlich ist auch die auf dem großen Atlas von Marokko vorkommende Ceder (C. atlantica) eine bloße Varietät der Libanon-Ceder. Dieser Baum, welcher über 2500 Jahre Alter zu erreichen vermag, bildet mit seinen horizontal ausgestreckten Aesten im Alter eine mächtige Krone. Der Stamm wird höchstens 80 Fuß hoch, aber sehr stark. Die Nadeln sind $^1/_2$ — 1 Zoll lang, die Zapfen eiförmig, gestielt, 4—5 Zoll lang, $2^1/_2$ Zoll breit, graubraun, von Harz überflossen. a ein zapfentragender Zweig, sehr verkleinert. Häufiger als die Libanon-Ceder wird in den Gärten und Gewächshäusern die Himalajaceder (C. Deodara) cultivirt, ein in den Gebirgen von Nepal und Kaschmir wachsender und dort große Waldungen bildender prachtvoller Baum mit hängenden Aesten, dessen Stamm bis 150 Fuß Höhe und bis 30 Fuß Umfang zu erreichen vermag und anerkanntermaßen das beste Bauholz, sowie einen vortrefflichen Terpentin liefert.

Fam. 3. Zwittertannen (Dammaraceae). Ein- und zweihäusige immergrüne Bäume mit zerstreut angeordneten Aesten, nackten Knospen, breiten oder pfriemenförmigen steifen Blättern, 2 bis viele Antherenfächer tragenden Staubbeuteln und 1—9 Samenknospen am Grunde flachschuppiger Fruchtblätter. Zapfen eiförmig oder kugelig, Samen geflügelt (oft doppelt geflügelt), Samenreife ein- bis zweijährig. — Man kennt 4 Gattungen mit 12 Arten, von denen die meisten in Australien, wenige in Asien und Nordamerika vorkommen.

Taf. 16, Fig. 1. Die Mammuthfichte (Wellingtonia oder Sequoia gigantea). Dieser 1832 entdeckte, in der Sierra-Nevada Californiens in einer Höhe von 5000 Fuß über dem Meere wachsende Baum erreicht unter allen bekannten Coniferen die riesigsten Dimensionen und das höchste Alter, nämlich über 3000 Jahre bei einer Stammhöhe von 320 und einem Stammumfange (am Grunde) von 96 Fuß. Die gedrängt stehenden Blätter sind $^1/_4$—$^1/_2$ Zoll lang, pfriemenförmig, mit breiter Basis angeheftet und herablaufend (a, nat. Gr., b, vergr.), die eiförmigen Zapfen nur $1^1/_2$—2 Zoll lang (c, nat. Gr.), die Samen klein, doppelt geflügelt (e, nat. Gr.), die Rinde des Stammes dagegen bei den ältesten Bäumen 12—15 Zoll dick und zimmtbraun, das Holz weiß und weich.

Fig. 2. Die Dammartanne oder Kaurifichte (Dammara australis), ein kolossaler Baum Neuseelands, dessen Samen bei einer Höhe von 180 Fuß einen Durchmesser von 15—17 Fuß erreicht und bis 800 Jahre alt wird. Blätter abwechselnd, gedrängt, eilanzettförmig, $^1/_2$—$1^1/_2$ Zoll lang, 3—6 Linien breit, dick lederartig, steif, glänzend braungrün; Zapfen kugelig, 2—3 Zoll stark, auf starkem Stiel, aufrecht. Der

Dammartanne bildet zerstreute Baumgruppen, nie zusammenhängende Wälder, und wegen ihres vorzüglichen Holzes und Harzes (Kauriharz), welches zu Lacken und Firnissen verwendet wird, eine Hauptquelle des Wohlstandes für die Ansiedler Neuseelands. Das Harz schwitzt von selbst aus allen Theilen des Baums aus, weshalb dessen Aeste und Zweige von Harztropfen starren, und sammelt sich unter den Wurzeln im Boden zu großen Klumpen (bis zu 100 Pfund) an. Es ist balsamisch-wohlriechend und brennt mit rußender Flamme.

B. Samenknospen aufrecht, unmittelbar in offenen Fruchtblättern sitzend.

Fam. 4. Cypressenartige Coniferen (Cupressineae). Ein- und zweihäusige Bäume und Sträucher mit zerstreuten Aesten, nackten Knospen, kleinen nadel- oder schuppenförmigen meist sehr gedrängt stehenden Blättern, 2 bis vielen Antherenfächern an den schuppen- oder schildförmigen Staubblättern, 2 bis vielen Samenknospen am Grunde der verschieden geformten Fruchtblätter und kleinen aufspringenden Holzzapfen oder geschlossen bleibenden beerenartigen Steinfrüchten. Samen meist ungeflügelt, Samenreife ein- bis zweijährige. — Bildet nächst den Abietineen die größte Abtheilung der Coniferen, indem bisjetzt 18 Gattungen mit 107 Arten bekannt sind. Die meisten bewohnen Amerika und Asien, ziemlich viele Australien, nur wenige Europa und Afrika.

Taf. 16, Fig. 3. Gemeine Cypresse (Cupressus fastigiata). Einhäusiger Baum mit aufrechten, vielfach verzweigten, eine dichte schmalkegelförmige Krone bildenden Aesten. Blätter sehr klein, schuppenförmig, eirautenförmig, am Rücken convex gekielt, graugrün, kreuzweis gegenständig, dachziegelförmig-vierreihig; Zweige deshalb vierkantig. Männliche Blüten als sehr kleine endständige Kätzchen ausgebildet, aus schuppenförmigen, kreuzweis gegenständigen Staubblättern bestehend, welche 4 kugelige Antherenfächer am Grunde tragen (a, vergr.). Weibliche Blüten endständig, kugelig, aus kreuzweis gegenständigen Fruchtblättern mit vielen Samenknospen gebildet (b, vergr.; c, Samenknospe, d, dieselbe im Längsschnitt, vergr.). Zapfen kugelig-eckig, aus schildförmigen Samenträgern (den ehemaligen umgestalteten Fruchtblättern) zusammengesetzt (e, nat. Gr.); Samen 3—4kantig, mit schmalem flügelartigen Saum (f, g, umgekehrt im Längsschnitt, vergr.). — Ursprünglich im Orient heimisch hat sich die Cypresse über alle um das mittelländische Meer herum gelegenen Länder verbreitet, wo sie als Ziergehölz und namentlich als Symbol der Trauer auf den Friedhöfen der Christen, Juden und Mohammedaner cultivirt wird. Sie erreicht bis 80 Fuß Höhe, über 2000 Jahre Alter und besitzt ein fast unzerstörbares, wohlriechendes Holz. Man kennt von der Gattung Cupressus 19 Arten, von denen die meisten in Californien und Mexico zu Hause sind, mehrere in Ostindien und China. Zu letztern gehört die berühmte durch Fortune nach Europa gebrachte chinesische Trauercypresse (C. funebris) mit zierlich hängenden zusammengedrückten Zweigen, welche jetzt in den europäischen Gärten und Gewächshäusern häufig angebaut wird.

Fig. 4. Der orientalische Lebensbaum (Thuja oder Biota orientalis). Die Gattung Thuja unterscheidet sich von Cupressus besonders durch die Zapfen, welche aus flachen (nicht schildförmigen) Samenträgern zusammengesetzt und sehr klein sind. Ihre Arten sind zweihäusige Bäume und Sträucher mit zusammengedrückten Zweigen, welche mit kreuzweis gegenständigen, vierreihigen Schuppenblättern von verschiedener Gestalt (die randständigen sind anders geformt als die an den breiten Flächen der Zweige stehenden) bedeckt sind. Der orientalische Lebensbaum, ein kleiner, in China und Japan einheimischer, bei uns häufig cultivirter Baum, hat eiförmige bläulich bereifte nur aus 6 Fruchtschuppen bestehende Zapfen (a, nat. Gr., wie auch der Zweig) und keine Oeldrüse am Rücken der Blätter. Viel häufiger wird in den europäischen Gärten der abendländische Lebensbaum (Thuja occidentalis) angebaut, ein in Nordamerika wachsender, bis 50 Fuß hoch werdender, gegen Frost viel weniger empfindlicher Baum, welcher mit einer Oeldrüse versehene Blätter und kleinere hellbraune unbereifte Zapfen trägt.

Fig. 5. Der gemeine Wachholder (Juniperus communis). Die Wachholdergattung hat zur Frucht eine Scheinbeere (Beerenzapfen), welche durch gegenseitige Verschmelzung der Fruchtblätter der weiblichen Blüte entsteht. Diese ist knospenförmig, und von ihren Fruchtblättern (höchstens 6) tragen nur die 3 oberen am Grunde ihrer innern Fläche eine aufrechte Samenknospe (c, d im Längsschnitt, schwach vergr.). Die Samenreife ist zweijährig. Die männlichen Blüten sind ebenfalls klein, kugelig oder oval, aus dachziegelförmig sich deckenden schuppenförmigen Staubblättern gebildet, welche an ihrer innern Seite 3—6 kugelige Antherenfächer tragen (e, f, Staubblatt von beiden Seiten, vergr.). Die Wachholderarten sind zweihäusige Sträucher und Bäume. Bezüglich der Blätter zerfallen sie in solche mit zu drei quirlförmig gestellten spitzen Nadeln und in solche mit schuppenförmigen gedrängt stehenden Blättern. Letztere sehen den Cypressen so zum Verwechseln ähnlich. Zu erstern gehört der gemeine, durch ganz Europa verbreitete Wachholder, dessen kugelige erbsengroße Scheinbeeren im zweiten Herbst schwarz und hechtblau bereift sind und wegen ihres Zuckergehalts in geistige Gärung übergeführt werden können (bei der Bereitung des holländischen Genever und des englischen Gin). Außerdem dienen die Wachholderbeeren sammt den Nadeln als Räucherungsmittel bei ansteckenden Krankheiten. (Fig. 5, beerentragender Zweig, etwas verkleinert, a männliche, b weibliche Blüte in fast nat. Gr., h und i Samen mit den daranhaftenden Oelbehältern von der flachen Innen- und der kantigen Rückenseite aus gesehen, vergr.; k sich entwickelnde Scheinfrucht, g reife Scheinfrucht im Längsdurchschnitt, vergr.) Es gibt auch Wachholderarten, welche an den einen Zweigen nadelige, an den andern schuppenförmige Blätter haben. Zu diesen gehören der in Südeuropa heimische und bei uns wieder angepflanzte Sade- oder Sevenbaum (J. Sabina) und der virginische Wachholder oder die virginische Ceder (J. virginiana) in Nordamerika, deren rothbraunes feines Holz allgemein zu Bleistiften verwendet wird. Beide Arten enthalten in ihren Blättern ein in der Heilkunde Verwendung findendes ätherisches Oel von eigenthümlicher Wirkung. Im ganzen kennt man 35 Wachholderarten.

15. Ordnung. Scheinfrüchtige Samenpflanzen mit steinfrucht- oder beerenartigen Früchten (Drupiferae). Immergrüne, selten sommergrüne ein- oder zweihäusige, selbst zwitterblütige Holzpflanzen von sehr verschiedener Größe und Gestaltung, deren weibliche Blüten aus einer nackten, von Bracteen oder selten Blütenhüllen umgebenen, oft stempelartig gebildeten Samenknospe bestehen, aus welcher sich eine beeren- oder steinfruchtartige Scheinfrucht entwickelt. Diese Ordnung zerfällt in die drei Familien der Taxineen, Gnetaceen und Loranthaceen.

Fam. 1. Eibengewächse (Taxineae). Zweihäusige äume und Sträucher mit zerstreut angeordneten ɔsten, abwechselnd gestellten nadel-, schuppenförmigen er breiten Blättern von meist mehrjähriger Dauer, ɔchenförmigen, nur aus Staubblättern zusammenɛsetzten männlichen Blüten und knospenförmigen, von ɔacteen am Grunde umringten einzeln stehenden oder renförmig um eine Spindel gruppirten aufrechten ɪmenknospen. Samen mit knochenharter oder krustenɪiger Schale, oft von einer fleischig-saftigen Hülle ɪmenmantel), welche von dem Grunde der Samenɔspe aus sich entwickelt, umgeben. Keim mit 2 Kotyledonen. Man kennt 10 Gattungen mit 79 Arten. In Europa findet sich nur der gemeine Eibenɪum (Taxus baccata, Taf. 16, Fig. 6, nat. Gr.). ɪmergrüner Baum oder Strauch mit zweizeilig ɔeordneten nadelförmigen, oberseits glänzend dunkelɪnen, unterseits matt hellgrünen Blättern. Männɛe Blüten kugelig, gestielt, aus gestielten Schildɪppen mit 5—6 Antherenfächern unter dem ɔilde zusammengesetzt, am Grunde von Schuppenɪttern umgeben (a, b, vergr.), Samenknospen einzelnɪend, ebenfalls von Schuppen umgeben (c vergr., ɪm Längsschnitt), Scheinfrüchte anfangs fast eichelɪmig (d, vergr.), später nach Entwickelung des fleiɔgen hochrothen, oben offen bleibenden Samenmantels ɜ der Basis der Samenknospe beerenartig (f im ɪrchschnitt vergr.). Samen violett, einen großen ɔeißkörper mit kleinem Keim enthaltend (g im Längsɪnitt, vergr.), sammt den Blättern giftig. Der ɦer durch ganz Europa verbreitete Eibenbaum ist ɛrall selten geworden und als eine im Aussterben ɔriffene Holzart zu betrachten. Er wird sehr alt; älteſten in Englands Parken stehenden Eibenbäume ɡen über 2000 Jahre alt sein. Wegen des überaus ɡsamen Wuchses erreicht aber dieser Baum keine ɪgen Dimensionen. Er ist eine schattenliebende ɔart, verträgt den Schnitt sehr gut (daher die ɦer so beliebten Taxushecken, Taxuswände und ɕusfiguren) und besitzt ein schweres, feines, rothɪunes, harzloses Holz.

Unter den ausländischen Taxineen ist besonders die ɯppe der Phyllocladeen interessant. Sie gleichen ɟen ihrer breiten Blätter den dikotylen Laubholzɪmen. Eine der merkwürdigsten Arten ist der ngkobaum (Salisburia adiantifolia, Taf. 17, . 1, Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.), ein stattlicher, blos mergrüner Baum Chinas und Japans mit eigenɪnlich zweilappigen graugrünen, zuletzt lederartigen ttern. Männliche Blüten gestielt, ährenförmig, ubblätter mit 2 Antherenfächern, der gewöhnlichen m des Staubgefäßes schon sehr ähnlich (a vergr.); nenknospen einzeln oder traubig auf achselständigen ɛlen (b nat. Gr.), Scheinfrüchte nußartig, kugelig, ɔoll im Durchmesser, ihr Kern eßbar, ölhaltig. — . 2 zeigt einen männliche Blüten tragenden Zweig r verwandten Pflanze, des in Vandiemensland ɪiſchen Phyllocladus rhomboidalis, mit rhombischen ɪllocladien (a weiblicher Blütenstand mit 2 Samenɜpen; b und c sind Samenknospen, die zweite im gɛschnitt von einer chilenischen Taxinee, dem Podoɔus chilensis, vergr.).

ɟam. 2. Gnetaceen (Gnetaceae). Einhäusige oder ibäusige Bäume, Sträucher und Halbsträucher von verschiedener Bildung mit männlichen und weibɪn Blüten, von denen die letztern aus einer von gonartigen Hüllen umgebenen Samenknospe beɛn, deren innere Haut in eine griffelförmige oben ne Röhre mit narbenartig verbreiteter Mündung gedehnt ist. Scheinfrucht nuß- oder beerenartig. Hierher gehören die Arten der Gattung Meertraube (Ephedra), equisetenförmige Halbsträucher und Sträucher, von denen einige am Strande der europäischen Meere und in Südeuropa vorkommen. — Zu den Gnetaceen wird auch die Welwitschia mirabilis (Fig. 3, sehr verkl.) gerechnet, obwol dieselbe von den andern Gewächsen dieser Familie sehr abweicht und richtiger den Typus einer besondern Familie bildet. Diese von Welwitsch im J. 1860 im westlichen Südafrika entdeckte Wunderpflanze ist sozusagen ein in den Boden versenkter verkürzter Baumstamm mit starker Wurzel, der nach oben in einen zweitheiligen Trichter endet und hier mit 2 gegenständigen riesigen Lederblättern besetzt ist, die dem Boden aufliegen und die vergrößerten Kotyledonen sein sollen. Im Umkreise des Trichters entspringen verzweigte Aeste, welche scharlachrothe Zapfen tragen (b sehr verkl.), von denen die einen Zwitter-, die andern weibliche Blüten tragen. Die Staubbeutel sind dreifächrig, die vierkantigen Samen breit geflügelt. Das in heißem Wüstensand wachsende Gewächs soll über 100 Jahre alt werden, sein Stamm ist nur 2 Fuß lang, der Trichter mißt aber bis 14 Fuß im Umfang und die beiden Blätter werden bis 6 Fuß lang. Die ganze Pflanze schwitzt Harz aus.

Fam. 3. Mistelartige Gewächse (Loranthaceae). Auf Bäumen schmarotzende immergrüne Sträucher mit lederartigen Blättern und Zwitter- oder eingeschlechtigen Blüten, welche bald unvollständig und unansehnlich, bald mit einer doppelten oft schön gefärbten Hülle (Kelch und Blumenkrone) begabt sind. Bei den Zwitterblüten sind die Staubgefäße, bei den weiblichen das Perigon oder der Kelch mit der centralen Samenknospe zu einem Scheinpistill verwachsen, aus dem eine fleischig-saftige Scheinbeere entsteht. Die meisten Loranthaceen sind Tropenpflanzen, viele von ihnen prangen mit prächtig gefärbten Blumen. In Europa kommen nur wenige Arten vor, von denen die meisten der Mistelgattung (Viscum) angehören.

Taf. 17, Fig. 5. Die gemeine Mistel (Viscum album). Gabeltheilig verzweigter, auf den Aesten verschiedener Bäume schmarotzender, grüner Strauch mit gegenständigen Lederblättern und in den Gabeltheilungen befindlichen Knäueln von kleinen gelblichen Blüten, aus denen kugelige erbsengroße weiße Scheinbeeren hervorgehen. Letztere enthalten einen überaus zähen Schleim, welcher als Vogelleim benutzt wird (a ein Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte etwas größer, c Samen, vergr., d Scheinbeere, zerschnitten, verkl.).

Siebente Klasse.

Samenpflanzen mit echten Früchten und einsamenlappigem Keime (Teleocarpae monocotyledoneae).

(Tafel 10—14.)

Von den zu dieser Klasse gehörenden Ordnungen und Familien können hier nur die bemerkenswerthesten berücksichtigt werden.

I. Ordnung der Spelzenblütler (Glumaceae). Blüten hüllenlos, seltener mit rudimentärem Perigon, zwischen 2 eigenthümlichen Deckblättern (Spelzen) oder blos unter einem solchen. Frucht oberständig, eine einsamige Schalfrucht (Caryopse).

Fam. 1. Die Gräser (Gramineae). Krautartige Gewächse mit Faserwurzel oder verschieden geformten Rhizomen und knotigen oft knieförmig aufsteigenden, meist einfachen Stengeln (Halmen), seltener strauch- und baumartige Pflanzen mit holzigen, schlanken, knotigen, verzweigten Stämmen (z. B. die Bambusarten). Achsenglieder (Internodien) gewöhnlich hohl, seltener solid, die untern verkürzt, die übrigen meist lang gestreckt. Blätter alternirend zweireihig, mit zusammen-

gerolltem Blattstiel, welcher rings um einen Knoten angewachsen ist und das darüber befindliche Achsenglied als eine auf der einen Seite aufgeschlitzte Scheide umgibt (Taf. 10, Fig. 5 a). Wo sich die meist schmale, stets ganze und ganzrandige Blattspreite von dem Blattstiel abgrenzt, befindet sich das Blatthäutchen (ligula), ein querüber gespanntes zartes, verschieden geformtes Häutchen oder an seiner Stelle eine Reihe von Haaren oder Haarbüscheln. Blüten klein und unscheinbar, meist zwitterlich, aus 2 Deckblättern (Blüten- oder Kronenspelzen) bestehend, zwischen denen sich meist 3 (selten 2) Staubgefäße und ein Stempel, umgeben von 2 bis 3 kleinen fleischigen Schüppchen befinden (Fig. 6 a). Die beiden Kronenspelzen sind eine über der andern an der Blütenachse befestigt, die untere (äußere) umfaßt die obere (innere). Erstere läuft häufig an der Spitze oder am Rücken in eine Borste (Granne) aus (Fig. 2 b), die innere ist zarter gebaut und vor dem Aufblühen in den Hohlraum der äußern meist kahnförmig gestalteten eingefügt. Staubfäden haarfein, hängen zur Blütezeit zwischen den geöffneten Spelzen heraus, Staubbeutel quer aufliegend. Fruchtknoten oberständig, einfächerig, 1 Samenknospe enthaltend, mit 2 feder- oder pinselförmigen Narben. Je eine oder mehrere solcher Blüten sind von 2 Hüllblättern, den Kelch- oder Balgspelzen, umgeben und bilden mit diesen zusammen ein Aehrchen (spicula). Je nach der Anzahl der Blüten unterscheidet man einblütige (Fig. 9 b), zweiblütige (Fig. 7 a), drei-, vier-, fünf-, vielblütige (Fig. 6) Aehrchen. Solche Aehrchen sind entweder in eine Aehre gestellt (z. B. beim Roggen, Fig. 5, beim Taumellolch, Fig. 6), oder in eine Rispe (Fig. 1, 2, 7), oder in eine Rispen- oder Scheinähre (Fig. 3 und 4). Die Frucht der Gräser ist eine einsamige Schalfrucht, ihr Samen innig mit dem dünnen Fruchtgehäus verwachsen. Der Samenkern besteht aus einem großen Eiweißkörper (dem Mehlkörper der Getreidekörner) und einem kleinen diesem seitlich angedrückten Keime (Fig. 5 d, Roggenkorn im Längsdurchschnitt, vergr.). Der Keim ist von dem hohl entwickelten Kotyledon mantelartig umschlossen und aus dem Kegel des Knöspchens (Federchens), welcher aus übereinandergestülpten Hohlkegeln (den Blattanlagen) besteht, aus dem Achsentheil, rings um welchen herum der Kotyledon angewachsen ist, und dem kegelförmigen Würzelchen nebst mehrern höckerförmigen Nebenwurzeln zusammengesetzt (Fig. 5 e, Roggenkeim im Längsschnitt, vergr., c derselbe von vorn gesehen, unverletzt, vergr.). Beim Keimen schiebt sich das Federchen aus einem Schlitz des Kotyledon hervor und tritt, sich verlängernd, als ein zusammengerolltes spitzes Blatt aus der Erdoberfläche heraus, das Würzelchen verkümmert, während die Nebenwurzeln sich ausdehnen und den Anfang der spätern Faserwurzel bilden (Fig. 5 f, aus dem Kotyledon hervorgetretener Keim des Roggenkorns, vergr.; der Blattkegel des Federchens ist abgeschnitten). — Die Gräser bilden eine der größten und natürlichsten Familien des Gewächsreichs und sind über die ganze Erde, besonders aber durch die gemäßigte Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Sie lieben einen trockenen oder frischen Boden, enthalten vor der Blütezeit in den Halmen und Blattscheiden Zucker (daher auch „Süßgräser" genannt), in ihrem Samen Stärkemehl und in der Oberhaut der Blätter und Halme Kieselerde. Es gehören zu ihnen unsere sämmtlichen Getreidearten (Cerealien, Halmfrüchte), viele nahrhafte Futterkräuter (die Wiesengräser), verschiedene Handelspflanzen (z. B. das Zuckerrohr) und viele Unkrautpflanzen. Die Gräser sind deshalb eine der für den Menschen wichtigsten Pflanzengruppen. Man kennt gegen 3500 Arten.

Taf. 10, Fig. 1. Der **gemeine oder Rispenhirse** (Panicum miliaceum), ein einjähriges, angeblich aus dem Orient stammendes Gras, welches seiner mehlreichen Körner halber, die von den verhärteten Kronenspelzen eng umschlossen werden, auf Sandboden angebaut wird. Halm 2—4 Fuß hoch, sammt den breiten Blättern weich behaart. Aehrchen einblütig unbegrannt, mit einer dritten Spelze (Andeutung einer dritten Blüte) neben der Blüte. a Zweig einer Rispe in nat. Gr., b Aehrchen von der schmalen, c von der breiten Seite, d Geschlechtsorgane nach Wegnahme der Spelzen, e Narbe, f Frucht, g dieselbe im Durchschnitt (alle Fig. vergr., e stark vergr.).

Fig. 2. Der **Reis** (Oryza sativa), in Südasien heimische, in stehenden Wässern wachsende und auch auf überschwemmbarem Boden in warmen Ländern gebaute Getreidepflanze mit 3—4 Fuß hohem knotigem Halme, welcher großentheils von den langen geöhrten Blattscheiden umhüllt ist. Aehrchen ohne Hüllspelzen, Kelchspelzen, einblütig, in lockerer Rispe, [illegible] lederartig, nervig gestreift, äußere aus der Spitze begrannt oder unbegrannt, Frucht weiß, gelb, röthlich, glasig, von den verhärteten Spelzen umschlossen. Der Reis gehört zu den ältesten Culturpflanzen, wurde in China, wo seine Körner noch jetzt die ausschließliche Nahrung der niedern Volksklassen bilden [wie auch in Japan], schon im J. 2800 vor Chr. angebaut) und ist in ganz Süd- und Südostasien die vorherrschend gebaute Cerealiengras. Von Asien verbreitete sich seine Cultur zunächst nach den Südstaaten Vereinigten Staaten Nordamerikas (zu Ende des 17. Jahrh.) und von hier aus über das ganze tropische Amerika. In Südeuropa wird der Reis vorzüglich in der lombardischen Ebene und in der spanischen Provinz Valencia im großen cultivirt. Der Reis ist eine der nutzbarsten Pflanzen, indem seine Körner nicht allein als Nahrungsmittel dienen, sondern aus ihnen auch Spiritus (in Verbindung mit dem Safte des Zuckerrohrs und einigen Palmen der Arak) und verschiedene reizmindernde Getränke bereitet werden können, sein Stroh zu Hüten benutzt wird. Unsere Figur zeigt den untersten Theil des Halms und eine Rispe, in natürl. Gr.; a Querdurchschnitt durch den mit Blattscheiden umhüllten Halm, b und c Aehrchen, schwach vergr.

Fig. 3. Das **Ruchgras** (Anthoxanthum odoratum), ein auf trockenen und moorigen Wiesen häufig vorkommendes, im ersten Frühling zu blühen beginnendes, ausdauerndes Gras, welches getrocknet einen sehr angenehmen aromatischen Geruch (Heugeruch) besitzt, aber nur ein geringes Futtergras ist. Es besitzt eine Rispenähre (d. h. eine Rispe mit verkürzten Aesten). Die Aehrchen eigentlich dreiblütig, doch blos das mittlere fruchtbar, mit nur 2 Staubgefäßen, während die beiden seitlichen auf einzelne begrannte Spelzen reducirt erscheinen (a Aehrchen, vergr.).

Fig. 4. Der **Kolbenhirse** (Setaria italica), ein einjähriges, wahrscheinlich aus Südasien stammendes, aus China mit dem Reis eingeführtes, nach Deutschland zuerst aus Italien gebrachtes Getreidegras, welches dem Rispenhirse ähnliche, doch kleinere Körner hervorbringt. Halm 2 bis 4 Fuß hoch, dick, Blätter breit, wie beim Rispenhirse weich behaart, Aehrchen von Borsten umgeben, zweiblütig, doch nur mit einer fruchtbaren ständig entwickelten fruchtbaren Blüte, in eine dichtgelappte überhängende Rispenähre gruppirt. Sie wird in Deutschland wenig angebaut (a ein Büschel Aehrchen in nat. Gr., b drei Aehrchen in verschiedener Entwickelung, vergr.).

Fig. 5. Der gemeine Roggen (Secale cereale), bekanntes Getreidegras von unbekannter Herkunft, welches als Winter- (zweijährige) und Sommergetreide (einjährige Pflanze) gebaut wird und einblütige begrannte, in eine zweizeilige Aehre gestellte Aehrchen besitzt (blühende Aehre, verkl., a Blattscheide in nat. Gr., b Frucht oder Roggenkorn, c Keim von vorn, d Frucht im Längsschnitt, e Keim im Längsschnitt, alles vergr., f entwickelter Keim). Die verwandte Gattung der Weizen (Triticum) unterscheidet sich durch zwei- bis dreiblütige Aehrchen, die Gattung der Gersten (Hordeum) dadurch, daß je 3 einblütige Aehrchen an den Zähnen der die Aehre durchziehenden Spindel sitzen. Alle diese Culturgräser, deren Anbau uralt ist, sind von unbekannter Herkunft, stammen aber wahrscheinlich insgesammt aus Asien.

Fig. 6. Der Taumellolch (Lolium temulentum), einjähriges Aehrengras mit vielblütigen Aehrchen, welche mit ihrer Kante der Spindel zugekehrt und blos mit einer Kelchspitze versehen sind, welche länger ist als das ganze Aehrchen, dessen Blüten bald begrannt, bald unbegrannt sind. Hat giftige Körner, deren Mehl dem Getreidemehl beigemengt das Brot vergiften kann. Wächst als Unkraut unter dem Getreide, besonders auf nassem Boden.

Fig. 7. Der Mais oder der türkische Weizen (Zea Mais), einjähriges in Südamerika heimisches und dort seit unbekannter Zeit angebautes Getreidegras mit rohrartigem markigen, bisweilen bis 16 Fuß hoch werdenden Halm, dessen Mark zuckerhaltig ist, breiten glänzendgrünen Blättern und eingeschlechtigen Blüten, von denen die männlichen in zweiblütigen Aehrchen geordnet eine große Rispe (Fahne) am Ende des Halms bilden, während die weiblichen um eine fleischige blattwinkelständige Spindel gestellt sind, die in viele Hüllblätter eingewickelt ist und so als ein grünlicher Kegel erscheint, aus dessen Spitze die langen fadenförmigen feinbehaarten silberglänzenden Griffel büschelförmig heraushängen. Dieser weibliche Blütenstand entwickelt sich zu dem bekannten Maiskolben, an welchem die großen rundlich-eckigen Körner zu Hunderten reihenweis angeordnet sitzen. Der Mais wird gegenwärtig nicht allein in allen warmen Ländern, sondern auch in der gemäßigten Zone, daher auch in Deutschland in vielen Gegenden im großen angebaut; die Körner liefern ein sehr weißes Mehl, die Blätter und Stengel ein vortreffliches Viehfutter. (Abbild.: oberer Theil einer blühenden Pflanze, sehr verkleinert; a männliches Aehrchen, b weibliche Blüten, c Kolben, verkl., d Frucht im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 8. Das gemeine Bambusrohr (Bambusa arundinacea), baumartiges, in Ostindien und Südostasien heimisches Rohrgras, dessen Stämme bis 60 Fuß Höhe und 4—6 Zoll Stärke erreichen und vielfach verästelt sind. Blätter lanzettförmig gedrängt stehend, zweizeilig, Aehrchen vielblütig, aus unbegrannten Zwitter- und männlichen Blüten bestehend, in Rispen gruppirt. In den Knoten dieses ganze Waldungen bildenden und in China, Japan und dem südlichen Asien auch viel angebauten Rohrgrases, dessen dünnere Aeste die bekannten Bambusrohrstöcke liefern, erzeugt sich eine eigenthümliche kalkige Masse (Tabaschir), welche im ganzen Orient als Heilmittel in hohem Ansehen steht und früher auch in Europa officinell war. Die Stämme dienen in Südasien, China und Japan allgemein als Baumaterial, die Blätter werden zum Einpacken, z. B. des Thees, und zu Matten gebraucht. Aehnliche baumartige Rohrgräser kommen auch in Südamerika vor.

Fig. 9. Das Zuckerrohr (Saccharum officinarum), eine angeblich aus Westasien stammende Grasart mit gegliedertem, viele Wurzelzasern entwickelndem Rhizom, aus welchem alljährlich mehrere einfache, vielknotige, bis 12 Fuß Höhe und unten bis 2 Zoll Dicke erreichende, mit einem lockern saftigen zuckerreichen Mark erfüllte Halme hervorwachsen, die zweizeilig mit 4 bis 5 Fuß langen und bis 2 Zoll breiten am Rande schneidend scharfen Blättern besetzt sind und zur Blütezeit eine mächtige bis 2 Fuß lange pyramidale Rispe zahlloser von langen seidenglänzenden Haaren umringter zweiblütiger Aehrchen tragen. Die untere Blüte besteht nur aus einer Spelze, ist daher taub (b). Dieses schöne Gewächs wird gegenwärtig in allen Tropenländern, besonders in Ost- und Westindien, doch auch in der wärmern gemäßigten Zone hin und wieder angebaut, z. B. in Südspanien, Südportugal und auf Sicilien. Zur Gewinnung des Rohrzuckers wird vorzüglich der untere, das meiste, saftigste und süßeste Mark enthaltende Theil des Halms benutzt. (a Stücken des Halmes in 1/8 nat. Gr., b Aehrchen, vergr.)

Fig. 10. Das Pampasgras (Gynerium argenteum), prachtvolles, in den weiten Ebenen der südamerikanischen Pampas wachsendes und seit einer Reihe von Jahren in unsern Gärten eingeführtes ausdauerndes Gras, dessen starre weißlichgrüne Blätter einen großen fast Mannshöhe erreichenden Busch bilden, aus welchem sich zur Blütezeit mehrere steif aufrechte einfache Halme mit mehrere Fuß langen straußförmigen, dichten Rispen von behaarten, silberweiß glänzenden, fünf- bis sechsblütigen Aehrchen erheben.

Fam. 2. Die Scheingräser (Cyperaceae). Sie unterscheiden sich von den Süßgräsern durch den knotenlosen, oft dreikantigen Stengel, durch dreireihig angeordnete Blätter ohne Blatthäutchen, deren Stiel eine oft nur sehr kurze geschlossene Scheide bildet, durch die anders gebildeten Blüten und ihr vorzugsweises Vorkommen auf nassem und sumpfigem Boden. Blüten zwitterlich oder eingeschlechtig, hüllenlos oder von einem Perigon, oder von Borsten und Haaren umgeben, von einer einzigen spelzenförmigen Deckschuppe gestützt, in Aehrchen, Aehren, Knäuel, Büschel gestellt, welche oft wieder trugdoldig oder rispig gruppirt sind. Drei Staubgefäße mit haarfeinen Filamenten, deren Spitze an das eine Ende des Staubbeutels befestigt ist. Oberständiger einfächeriger Fruchtknoten mit oder ohne Griffel und 2 oder 3 federigen Narben. Einsamige Schalfrucht, oft dreikantig, mit harter, oft dicker Schale, kleinem Eiweißkörper und in diesem eingeschlossenen Keime. — Die Cyperaceen sind ebenfalls über die ganze Erde verbreitet, ihre meisten Gattungen jedoch in der Aequatorial- und Tropenzone heimisch. Dagegen zeichnen sich einige in der gemäßigten und kalten Zone verbreitete Gattungen (z. B. die Gattung der Rietgräser, Carex) durch großen Reichthum an Arten und Individuen aus. In den heißen Ländern besteht der Graswuchs der feuchten und sumpfigen Niederungen oft ausschließlich aus Cyperaceen. Allen mangelt der Zucker, dagegen enthalten viele sauere Säfte, weshalb die Scheingräser nur ein schlechtes Viehfutter gewähren und die einheimischen von den Landwirthen als „Sauergräser" bezeichnet werden. Nutzpflanzen enthält diese Familie nur wenige.

Taf. 10, Fig. 11. Das gemeine Wollgras (Eriophorum latifolium). Die Wollgräser wachsen auf torfhaltigem, nassem und sumpfigem Boden und haben ihren Namen von den seidenglänzenden Wollhaaren erhalten, von denen die Staubgefäße der zwitterlichen in eiförmige Aehren gestellten Blüten umgeben sind, und welche, indem sie sich nach der Blüte-

zeit bedeutend verlängern, den fruchttragenden Aehrchen das Ansehen glänzender Wollflocken verleihen. Die Stengel der Wollgräser sind rund, wenig beblättert und tragen bald nur eine, bald viele trugdoldig angeordnete Aehren. Zu letztern gehört das hier abgebildete, in Mittel- und Nordeuropa häufig vorkommende breitblätterige Wollgras. (Blühende und fruchttragende Aehre in natürlicher Größe, a Blüte, b Frucht im Querschnitt, vergr.)

Fig. 12. Die Erdnuß (Cyperus esculentus). Die Gattung der Cyperngräser, deren zahlreiche Arten vorzüglich in der wärmern Zone verbreitet sind, zeichnet sich durch vielblütige zweizeilige Aehren aus, welche gebüschelt und trugdoldig angeordnet an der Spitze des dreikantigen beblätterten Halms, von Hüllblättern umgeben, stehen und Zwitterblüten enthalten. Die Erdnuß, eine in Südeuropa und Nordafrika heimische und dort wie auch in den Rheingegenden und anderwärts im südlichen Mitteleuropa angebaute Pflanze trägt an ihren Rhizomästen unregelmäßig geformte mehlreiche eßbare Knollen, welche zu Confect und Getränken benutzt werden. (Die ganze Pflanze sehr verkleinert, daneben eine Aehre in nat. Gr.)

Fig. 13. Die Papierstaude der Alten (Papyrus antiquorum). Ein stattliches, an den Ufern des Nil, aber auch in Sicilien an Flußufern wachsendes, in unsern Gärten und Gewächshäusern in Bassins häufig cultivirtes Gewächs mit schlanken stumpf dreikantigen bis mannshohen blattlosen Stengeln, welche einen Schopf von schmalen Blättern und von dünnen bis fußlangen Stielen mit sechs- bis achtblütigen Aehren tragen und am Grunde von scheidigen linealen Blättern umgeben sind. Aus dem Mark der Halme wurde das Papier der alten Aegypter bereitet, der kriechende dicke Wurzelstock dagegen als Nahrungsmittel benutzt.

II. Ordnung der Kolbenblütigen (Spadiciflorae). Blüten eingeschlechtig, selten zwitterlich, hüllenlos oder mit Perigon, einem oft von einem oder mehrern Scheidenblättern umgebenen, seltener nackten Kolben eingefügt. — Die niedrigsten Glieder dieser Gruppe sind als die unvollkommensten Monokotyledonen zu betrachten, während die höchst entwickelten weit vollkommener organisirte Gewächse sind als die Spelzenblütler.

Fam. 1. Wasserlinsen (Lemnaceae). Kleine auf dem Wasser frei schwimmende Pflänzchen mit blattartigem aber blattlosem Stamme, welche eine oder mehrere in das Wasser hinabhängende einfache Wurzeln entwickeln und eingeschlechtige hüllenlose auf 1 Staubgefäß oder 1 Stempel reducirte Blüten in einem verschwindend kleinen Kolben tragen, der in eine krugförmige zarthäutige Scheide eingeschlossen ist. Frucht eine ein- oder mehrsamige nicht aufspringende Schlauchfrucht. Die Wasserlinsen bedecken stehende Gewässer oft als grüner Ueberzug und geben ein gutes Futter für Enten (daher auch Entengrün genannt) und Schweine ab. Manche Arten bestehen blos aus Grundgewebe ohne Gefäßbündel und sind daher als die unvollkommensten Samenpflanzen anzusehen.

Taf. 11, Fig. 14. Die höckerige Teichlinse (Lemna gibba), halbkugelig, 2—3 Linien breit (a ganze Pflanze in nat. Gr. b, Blüte mit der krugförmigen Scheide, dem Fruchtknoten und 2 Staubblättern, stark vergr., c die ganze große Intercellularräume enthaltende Pflanze senkrecht durchschnitten mit dem Kolben, vergr.).

Fam. 2. Wasserriemenartige (Zosteraceae). In salzigen Wässern, besonders im seichten Meerwasser vegetirende, im Schlamme wurzelnde Pflanzen mit linealen oder riemenartigen Blättern und blattartigen, von der Blattscheide umhüllten Kolben, an denen nackte Staubgefäße und Stempel sitzen. Nußartige einsamige Frucht mit eiweißlosem Samen.

Taf. 10, Fig. 15 Der Meer-Wasserriemen oder das Seegras (Zostera marina), an allen europäischen Küsten wachsend, wird getrocknet zum Ausstopfen von Kissen, Matratzen und als Verpackungsmaterial benutzt. a unfruchtbare, b fruchtbare Pflanze, verkl.; c ein kolbentragender Zweig in nat. Gr., e Stempel, f Frucht, g Same, vergr.; d Kolben von Zostera minor, vergr.)

Fam. 3. Laichkräuter (Potamogetoneae). Schwimmende oder untergetauchte Gewächse mit beblätterten Stengel und gestielten endständigen, am Grunde des Stiels von dünnhäutigen Scheidenblättern umgebenen Kolben, welche mit einem vierblätterigen Perigon versehene Zwitterblüten tragen. Frucht wie bei der vorigen Familie. Hierher gehört das gemeine Laichkraut (Potamogeton natans), häufig in Teichen, an deren Wasserspiegel die länglichen oder elliptischen langgestielten Blätter schwimmen, während die Aehre über dem Wasserspiegel hervorragen.

Fam. 4. Arumgewächse (Aroideae). Ausdauernde Kräuter und Stauden mit knolligen oder kriechenden fleischigen Rhizomen, selten kletternde Sträucher mit Luftwurzeln. Blätter sehr verschieden geformt, oft groß und saftvoll, gewöhnlich langgestielt mit breiter, häufig pfeil- oder spießförmiger nicht selten gelappter oder zertheilter Blattspreite, grundständig, oder an einer oberirdischen Achse abwechselnd stehend. Kolben meist grund-, selten achsel- oder seitenständig, gewöhnlich am Grunde oder ganz und gar von einem eigenthümlich geformten, oft schön gefärbten Scheidenblatt umhüllt, selten nackt, entweder ganz oder nur am Grunde mit sitzenden Blüten bedeckt. Letztere einfach schlechtig oder zwitterlich, nackt, selten mit einem Perigon versehen. Frucht beeren-, selten schlauchfruchtartig, ein- oder mehrfächerig, ein- oder wenigsamig, Same mit lederartiger oder dünner Schale und mehligem Eiweiß, selten eiweißlos. — Die Aroideen bilden eine große Familie, deren meiste Arten innerhalb der Tropen vorkommen, wo sie namentlich auf dem feuchten Boden schattiger Urwälder wachsen oder schmarotzerartig an Baumstämmen mittels Luftwurzeln angeheftet sind oder an solchen emporklettern. Die Aroideen der Tropenländer prangen zum Theil mit prachtvoll gefärbten Blättern (viele Caladien), oder mit schön und eigenthümlich geformten (die Arten von Dracontium, Philodendron, Pothos), oder mit riesig großen (Colocasia, Caladium); viele sind deshalb zu Zierden der Gewächshäuser und Zimmer geworden und werden als sogenannte Blattpflanzen hochgeschätzt. In Europa kommen nur wenige Arten vor. Die Knollen enthalten viel Stärkemehl, die Beeren meist einen scharfen giftigen Stoff. Die Aroideen der Tropen verleihen der dortigen Vegetation das Gepräge der üppigsten Fülle und Pracht.

Taf. 11, Fig. 3. Der gemeine Aronsstab (Arum maculatum), ein in schattigen Laubwäldern Mitteleuropas wachsendes Knollengewächs mit langgestielten pfeilförmigen, glänzendgrünen (bisweilen dunkel gefleckten) Blättern und grundständigem gestielten, von einem hellgrünen Scheidenblatt fast ganz umhüllten Kolben, der am Grunde Fruchtknoten, darüber kurze Warzen, weiter oben sitzende Staubbeutel und darüber wieder spitzige Warzen trägt und sodann in eine violettbraune Keule ausläuft. Beeren roth. Wurde früher officinell. (Ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., a Kolbe in nat. Gr., b Staubbeutel, c derselbe aufplatzend, d Fruchtknoten, e derselbe im Durchschnitt, vergr.).

Fig. 4. Das Schlangenkraut (Calla palustris)

ein in Mittel- und Nordeuropa an Teichrändern, in Wassergräben und Sümpfen vorkommendes Rhizomgewächs mit langgestielten herzeiförmigen Blättern und nacktem Stengel, welcher an der Spitze einen ganz mit nackten Zwitterblüten bedeckten Kolben trägt, der an der Basis von einem breiten inwendig schön weißen Scheidenblatt umgeben ist. Beeren scharlachroth. War früher ebenfalls officinell. (Abgebildet: der Stengel mit dem Kolben in nat. Gr., a Blüte, b und c Staubgefäße, vergr.)

Fig. 5. Caladium Argyrites und Fig. 7 Caladium giganteum. Die Caladien sind saftvolle Tropengewächse mit knolligen Wurzelstöcken, den Arumarten ähnlich, von denen sie sich dadurch unterscheiden, daß die Kolben gänzlich mit Blüten bedeckt sind, und zwar zu unterst mit Fruchtknoten, in der Mitte mit staubbeutelartigen Hervorragungen oder Warzen, am obern Theil mit Staubbeuteln. Viele Caladien haben prächtig gefärbte oder gescheckte Blätter (z. B. silberfarben gesprenkelte das als Blattpflanze sehr beliebte C. Argyrites, vom Amazonenstrom, hier in $^1/_4$ nat. Gr. abgebildet), andere riesengroße, z. B. das in Yucatans Urwäldern heimische C. giganteum, dessen Blattstiele länger als ein Mann sind.

Fig. 6. Die Tarropflanze (Colocasia macrorhiza), eine riesige Aroidee mit kurzem baumartigen Holzstamm und dickstieligen Pfeilblättern, deren Spreite bis 3 Fuß lang ist, wird auf den Sandwichinseln wegen ihrer mehlreichen Rhizome als Nahrungspflanze angebaut. Demselben Zweck dient auf andern Inseln der Südsee das ähnliche doch minder große Caladium esculentum.

Fig. 8. Der gefingerte Pothos (Pothos digitata), ein mit Luftwurzeln kletternder Strauch des tropischen Südamerika, hier in $^1/_6$ nat. Gr. abgebildet, besitzt langgestielte fingerförmig getheilte Blätter und achselständige kurzgestielte, über und über mit von einem Perigon umhüllten Zwitterblüten bedeckte Kolben (a einzelne Blüte, b Staubblatt von außen, c Fruchtknoten, vergr., d Blüte im Längsschnitt, stärker vergr.).

Fig. 9. Der Kalmus (Acorus Calamus), aus dem Orient stammendes, doch längst in fast ganz Europa einheimisch gewordenes, in Teichen und Lachen wachsendes Rhizomgewächs, dessen aromatischer kriechender fleischiger Wurzelstock bekanntlich als Arznei und Gewürz und überzuckert als Confect dient. Blätter und Stengel sind breit lineal, sehr lang, aus der Seite des Stengels bricht der nackte ganz mit Zwitterblüten bedeckte Kolben hervor. (Abgebildet: die ganze Pflanze, sehr verkleinert, a Kolben in nat. Gr., b Blüte von oben gesehen, c dieselbe von der Seite, vergr.)

Fam. 5. Rohrkolbengewächse (Typhaceae). Einhäusige perennirende Sumpfgewächse mit langen schmalen schilfähnlichen Blättern und einfachen, selten verzweigten Stengeln, welche männliche und weibliche Blüten in gesonderten walzen- oder kugelförmigen Kolben tragen. Blüten auf die Geschlechtsorgane reducirt, von Borsten umgeben, männliche aus 3 Staubgefäßen, weibliche aus einem gestieltem Fruchtknoten mit oft langer Narbe bestehend. Kleine einsamige balg- oder steinfruchtartige Frucht, Same dünnschalig, eiweißhaltig.

Taf. 11, Fig. 2. Der breitblätterige Rohr- oder Teichkolben (Typha latifolia), in stehenden Gewässern häufig, macht 6—9 Fuß hohe Stengel, die an der Spitze zwei walzige aneinanderstoßende Kolben tragen, von denen der obere männliche, der untere weibliche Blüten enthält. Letzterer wird zuletzt zolldick und färbt sich schwarzbraun. Die feinen Blütenhaare werden als Einstreupulver bei wunden Hautstellen gebraucht. (Abgebildet: die kolbentragende Spitze des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., a weibliche, b männliche Blüte, vergr.)

Fam. 6. Pandanggewächse (Pandaneae). Zweihäusige, aufrechte, niederliegende oder kletternde Bäume und Sträucher der Tropenländer mit anfangs einfachem walzenförmigen, später verästeltem Stamme, welcher zahlreiche Luftwurzeln entwickelt und schließlich auf einem Gerüst von Luftwurzeln steht und dessen Gipfel sowie das Ende der Aeste eine stattliche, an die Palmen erinnernde Krone langer einfacher, oft dornig gesägter Blätter trägt. Männliche Blüten in ähren-, weibliche in zapfenförmige Kolben gestellt, Staubfäden und Fruchtknoten verwachsen, ohne Hüllen, Kolben am Grunde von mehrern oder vielen oft schön gefärbten Hüllblättern umgeben. Früchte steinfruchtartig mit trockener faseriger Mittelschicht oder beerenartig, ein- oder vielsamig, untereinander zu einem großen kugeligen oder länglichen Fruchtkörper (Fruchtstand) verwachsen, bei manchen Arten eßbar. Samen mit fleischigem Eiweiß. — Die Pandaneen sind vorzüglich über die Inseln des Indischen Archipels und des Großen Oceans verbreitet. Dort wird namentlich der mit äußerst wohlriechenden Blumen begabte Pandanus odoratissimus seiner eßbaren Früchte halber allgemein angebaut. (Taf. 14, Fig. 1 Pandanus litoralis von den Bandainseln, sehr verkleinert; Fig. 15 ein Fruchtkörper in nat. Gr.)

Fam. 7. Kreisblütler (Cyclantheae). Palmenartige einhäusige Holzgewächse der Tropenländer mit einfachem, meist verkürztem Stamme und einer großen Krone fiederschnittiger oder fächerförmiger Blätter, an deren Grunde gestielte ährenförmige, über und über mit quirlständigen Blüten bedeckte, von großen Hüllblättern umgebene Kolben stehen. Blüten mit Perigon, männliche mit 2 bis vielen freien Staubgefäßen, weibliche mit oberständigem Fruchtknoten, langem oder fehlendem Griffel, getheilter oder ganzer Narbe. Benachbarte Fruchtknoten häufig verwachsen. Steinfrucht- oder beerenartige, ein- oder wenigsamige Frucht, von den verhärteten Schuppen der Blütenhülle umschlossen. Samen eiweißhaltig. — Die durch das äquatoriale Südamerika und Westindien zerstreuten Cyclantheen wurden früher zu den Palmen gerechnet, zu denen sie allerdings den Uebergang von den Kolbenblütigen bilden.

Taf. 14, Fig. 2. Die großfrüchtige Elfenbeinpalme (Phytelephas macrocarpa), eine an Flußufern in Peru und Neugranada wachsende Art mit verkürztem Stamme, 6—10 Fuß langen fiederschnittigen Blättern, keulenförmigen Kolben und großen kugeligen stacheligen Früchten, welche vier knollenförmige Samen mit elfenbeinweißem und elfenbeinhartem Eiweißkörper enthalten. Aus letzterm, unter dem Namen vegetabilisches Elfenbein bekannt, werden Stockknöpfe und allerhand Bijouterien verfertigt. (Fig. 2 ganze Pflanze, sehr verkleinert; Fig. 16 b Frucht von Phytelephas Ruizii im Querschnitt in $^1/_2$ nat. Gr., a Samen daraus im Längsschnitt mit dem Keime.)

III. Ordnung der Pflanzenfürsten (Principes). Besteht blos aus der Familie der Palmen (Palmae). Holzgewächse der Aequatorial-, Tropen- und subtropischen Zone beider Hemisphären von meist baumartigem Wuchse, mit aufrechtem säulenförmigen gewöhnlich einfachen Stamme, der eine gewaltige Krone großer Blätter trägt, seltener mit verkürztem oder unterirdisch kriechendem oder kletterndem und verzweigtem Stamme, in letzterm Falle bisweilen einzeln und entfernt stehende Blätter tragend. Der aufrechte Stamm hat

stets eine Faserwurzel, ist walzig oder nach oben zu verdickt oder (selten) in der Mitte bauchig aufgetrieben, glatt, knotig, geringelt oder schuppigrauh, bei wenigen Palmen nach oben gabeltheilig-ästig, mehrere Blätterkronen tragend; der kletternde ist aus langgestreckten Internodien zusammengesetzt, mit einzeln stehenden Blättern besetzt, ästig und oft seilförmig, stets glattrindig und knotig. Blätter von mehrjähriger Dauer, sich aus der Endknospe alljährlich erneuernd, spiralig gestellt, sehr groß, mit scheidigem holzigem Blattstiel, fiedertheilig und fiederschnittig (scheinbar gefiedert), oder fächerförmig, dann oft hand- oder fingerförmig zertheilt, Lappen oder Abschnitte meist gefaltet, steif und hart. Blattstiele am Rande oft dornig, Scheide groß, den Stamm oft ganz umfassend, nicht selten aus einem Bastbündelgeflecht bestehend. Blüten eingeschlechtig, selten zwitterlich, an verzweigten schmächtigen holzigen Kolben sitzend, diese oft sehr groß, zwischen den Blättern aus lederartigen, zusammengefalteten Scheidenblättern, die sie anfangs ganz umschließen, hervorbrechend. Blüten sehr zahlreich, aber unansehnlich, jede von einem oder mehrern Deckblättchen gestützt, mit persistentem, aus 2 alternirenden Kreisen von je 3 Blättern bestehendem Perigon, 6 selten 3 oder vielen, oft monodelphischen Staubgefäßen und 3 bald getrennten, bald zusammengewachsenen oberständigen Stempeln; Fruchtknoten ein- bis dreifächerig (wenn aus 3 verwachsenen bestehend). Steinfrucht mit lederartiger, faseriger oder fleischiger Außenhülle und ein- bis dreisamigem Steinkern oder beerenartige ein- bis dreisamige Frucht; Samen mit großem, den an der Peripherie gelegenen kleinen Keim umschließenden Eiweißkörper. — Die Palmen gehören zu den stolzesten, imponirendsten Pflanzenformen der Erde und sind zugleich höchst nutzbare Gewächse, indem fast jeder Theil technisch verwerthbar ist. Viele erreichen eine sehr bedeutende Stammhöhe und prangen mit kolossalen Kronen riesiger Fieder- oder Fächerblätter. Ihr Blütenreichthum und ihre Fruchtproduction ist geradezu fabelhaft, bei manchen kommen bis 200000 Blüten an einem einzigen Kolben vor, welche dann ebenfalls eine riesenmäßige Größe erreichen. Die meisten Palmen wachsen im tropischen Amerika. Linné kannte blos 15 Arten, während bis 1863 deren schon 681 bekannt waren. Auch hat man schon viele vorweltliche Palmen im versteinten oder verkohlten Zustande aufgefunden, besonders in den Schichten der Tertiärperiode. Die Palmen zerfallen in glattfrüchtige und in solche mit beschuppten oder gepanzerten Früchten (Taf. 14, Fig. 13), außerdem in eine Anzahl Tribus oder Unterfamilien.

Taf. 13, Fig. 2. Die Dumpalme (Hyphaene thebaica), eine der wenigen Palmen, deren Stamm sich gabelförmig verzweigt und sich dadurch der Form der Drachenbäume nähert, wächst in Oberägypten, Abyssinien, Nubien und Arabien. Stamm bis 30 Fuß hoch, Blüten gelblich, Steinfrüchte mit fleischig-faseriger Hülle, eßbar.

Fig. 3. Die Dattelpalme (Phoenix dactylifera), uralter Culturbaum, vom nordwestlichen Indien durch Westasien und Nordafrika bis Südeuropa und bis auf die Canarischen Inseln verbreitet und namentlich in den Oasen der afrikanischen Wüsten im größten Maßstabe angebaut, erreicht bis 70 Fuß Höhe und besitzt bis 10 Fuß lange Blätter. Blüten zweihäusig. Männliche Kolben groß, weibliche verhältnißmäßig klein, obwol ein einzelner bis 200 Früchte zu erzeugen vermag. Letztere, die bekannten Datteln, bilden das Hauptnahrungsmittel der Wüstenbewohner, werden frisch und getrocknet gegessen und auch als Entzündung milderndes Mittel angewendet. (a ein fruchttragender Kolben mit seinem Scheidenblatt, sehr verkleinert, b eine unreife Frucht, c dieselbe geöffnet mit dem Steinkern, nat. Gr.)

Fig. 4. Die Zwergpalme (Chamaerops humilis), die einzige in Europa (Südeuropa) wirklich wild wachsende, aber auch in Nordafrika vorkommende Palmenart, ist gewöhnlich stammlos oder sehr kurzstämmig, sodaß sie mit ihren verhältnißmäßig kleinen Fächerblättern einen abgerundeten starren, oft nur meterhohen Fuß hohen Busch bildet, kann aber unter begünstigenden Standortsverhältnissen auch zu einem schlanken Baume von 10 bis 25 Fuß Höhe mit zierlicher Krone werden. Blüten ebenfalls zweihäusig, Steinfrüchte klein, einsamig, ungenießbar. Die jungen Herzblätter werden als Salat oder Kohl genossen, aus den gebleichten Blättern Matten, Zierathen und künstliche Blumen verfertigt (z. B. in Südportugal).

Taf. 14, Fig. 3. Die mexicanische Rohrpalme (Chamaedorea Schiedeana), eine kleine, zierliche, in unsern Gewächshäusern häufig cultivirte zweihäusige Palme mit kaum zollstarkem, aber bis 10 Fuß hohem und höherm, knotiggeringeltem, glattem Stamme mit etwas entfernt stehenden Fiederblättern, unterhalb der die kleinen verzweigten, zuletzt abwärts gekrümmten Kolben stehen; wächst in Mexico und bringt erbsengroße schwarzgrüne ungenießbare Beeren hervor. Die Stämme werden zu Stöcken benutzt, welche man oft fälschlich für Bambusrohrstöcke ausgibt.

Fig. 4. Die Sagopalme (Metroxylon Rumphii) auf den Molukken und Sundainseln heimisch und dort häufig angebaut, gehört zu den schuppenfrüchtigen Palmen. Ihr Stamm wird nur bis 30 Fuß hoch, trägt aber eine gewaltige Krone von bis 20 Fuß langen Fiederblättern, deren bis 4½ Fuß lange und bis 2 Zoll breit werdende Fiederabschnitte am Rande schwach dornig gezähnt sind. Kolben 8—10 Fuß lang, aus bis 3 Fuß langen außen stacheligen Scheiden hervorragend, vielfach verzweigt, aufrecht, Aestchen mit schmuzigrothen wolligen Schuppen und Blüten dicht bedeckt. Aus dem mehlreichen Marke des Stammes dieser und anderer Arten derselben Gattung wird der echte Sago (Palmensago) gewonnen. Ein 15jähriger Stamm vermag bis 800 Pfund Sago zu liefern. Auch wird aus dem Marke Brot bereitet. (a Frucht in nat. Gr.)

Fig. 5. Die Kokospalme (Cocos nucifera). Der berühmte Palme, deren Vaterland unbekannt, aber wahrscheinlich in Amerika (wo die übrigen 11 Arten der Gattung Cocos ausschließlich vorkommen) zu suchen ist, und welche schon seit gerauner Zeit in allen Tropenländern rings um die Erde herum als Fruchtbaum angebaut wird, besonders aber auf den Inseln des Großen Oceans, deren Hauptreichthum sie bildet, gehört zu den stolzesten und nutzbarsten Palmen. Ihr schlanke, höchstens 1 Fuß starke geringelte Stamm wird bis 100 Fuß hoch, die Fiederblätter bis 16 Fuß, die Kolbenscheiden bis 3 Fuß lang, die Kolben bis 30 dreikantige Aeste. Letztere sind mit gelblichweißen, wohlriechenden Blüten bedeckt, von denen die Mehrzahl männlich, nur wenige weiblich sind. Jeder noch trägt eine einzige Kokospalme oft bis 50 Früchte. Diese, die Größe eines Mannskopfes erreichend, sind Steinfrüchte mit dicker faseriger Hülle; die hartschalige, dreikantige, am Scheitel mit 3 Löchern versehene genannte Kokosnuß ist ihr Steinkern. Anfangs ist ihr Innenraum mit einer wässerigen süßlichen Flüssigkeit erfüllt, der Kokosmilch, später mit einem grauen Eiweißkörper, welcher angenehm nußartig schmeckt. Aus diesem wird das Kokosöl gewonnen, aus

ıgen Kolbenscheiden Palmenwein oder sogenannter
ddy; aus den Fasern der Fruchthülle verfertigt man
erhand Tau- und Flechtwerk von unverwüstlicher
uer, aus der beinharten Nußschale Knöpfe, Gefäße
d Schmucksachen. Das Holz des Stammes dient als
u- und Heizmaterial, die Blätter werden zur Ver-
tigung von Matten, Hüten, Sonnenschirmen u. s. w.,
Blattstiele zu Spazierstöcken, die an Gerbstoff rei-
n Holzspäne zum Schwarzfärben, die scheidigen
attstielbasen zu Sieben, das saftige Mark der End-
ospe als Gemüse benutzt; kurz, es gibt keinen
eil dieser Palme, welcher nicht benutzbar wäre.

Fig. 6. Die schwarzkernige Oelpalme (Elaëis
lanococca), eine im Flußgebiet des Amazonen-
oms an Flüssen wachsende, durch einen meist nieder-
streckten, nur 12 Fuß Länge erreichenden Stamm
sgezeichnete Palme, welche bis 20 fast ebenso lange
erschnittige Blätter trägt, unterhalb deren die von
Scheiden umhüllten Kolben hervorbrechen. Diese sind
elfach verzweigt (der weibliche besitzt bis 100 Zweige),
innliche $1^1/_2$ Fuß lang. Das orangenfarbige Fleisch
r zolllangen eiförmigen, durch gegenseitigen Druck
nf- bis sechskantigen Steinfrucht enthält ein fettes
el, welches als Leuchtmaterial in Lampen benutzt
rd. — Viel wichtiger als diese amerikanische Oel-
lme ist die im tropischen Westafrika heimische und
er im großen Maßstabe angebaute Oelpalme von
uinea (E. guineensis), welche einen aufrechten, sehr
ch werdenden Stamm mit bis 15 Fuß langen Blät-
rn besitzt und deren kolossale Fruchtkolben bis 800
rüchte von 1—3 Zoll Länge tragen und bis
0 Pfund wiegen. Das aus diesen Früchten gepreßte
Palmöl ist in neuerer Zeit ein sehr wichtiger Handels-
rtikel geworden; es wird alljährlich in Hunderten
on Schiffsladungen nach England ausgeführt und
mentlich zur Fabrikation von Lichterzen verwendet.

Fig. 7. Die ostindische Fächerpalme (Corypha
mbraculifera), eine prachtvolle Palme mit 60—70 Fuß
hem glatten Stamme und einer majestätischen Blätter-
one von 30—40 Fuß Durchmesser, wird nicht selten
unsern Gewächshäusern cultivirt. Die riesigen
ächerblätter haben im Vaterlande der Palmen bis
Fuß lange armdicke Stiele, und unter ihrem fast
eisrunden Fächer sollen bis vier Männer Schutz gegen
egen finden. Die kolossalen, vielfach verzweigten
lütenkolben stehen aufrecht, einen riesigen pyramidalen
lütenstrauß bildend. Aus dem harten holzigen Kern
er kirschgroßen Steinfrüchte werden in Ostindien
lerband Zierathen verfertigt, die jungen Blätter
s Palmkohl benutzt.

Fig. 8. Die brasilianische Weinpalme (Mau-
tia vinifera), eine riesige, durch Schlankheit des
tammes (bei 100 bis 150 Fuß Höhe nur 2 Fuß
ark) und durch eine imposante Krone langgestielter
ächerblätter (Stiel 8—10 Fuß lang, Fächer 10—15
uß im Durchmesser) ausgezeichnete, an Flußufern
achsende Palme, aus deren Saft (theils des Stam-
es, theils der Früchte) ein süßes weinartiges Ge-
änk bereitet wird. Die an gewaltigen, abwärts
ängenden Kolben befindlichen Früchte sind von der
röße eines Hühnereis und gleich denen der Sago-
alme beschuppt. Zwischen der Schuppenhülle und
em Samen liegt ein röthliches, Zucker und Oel ent-
altendes, genießbares Fleisch. — Verwandt mit die-
er Palme ist die durch A. von Humboldt bekannt
nd berühmt gewordene Fächerpalme vom Orinoco
M flexuosa), deren Stamm dicker, aber nicht so hoch (blos
is 100 Fuß) wird, und den Guarani-Indianern alles
iefert, was sie zu ihrem Leben brauchen, indem alle
ihre Theile und Producte benutzbar sind.

Fig. 9. Die Palmyrapalme (Borassus flabelli-
formis), eine der am weitesten verbreiteten Palmen
der Alten Welt (von Arabien bis Bengalen, wo sie
namentlich an der Malabar- und Koromandelküste
große Waldungen bildet, und bis Borneo, Celebes und
Amboina) und eine der in unsern Gewächshäusern am
häufigsten cultivirten Fächerpalmen, erreicht auch bis
100 Fuß Höhe und trägt eine kugelige Krone von
bis 10 Fuß langen Blättern. Sie ist vielleicht die
nutzbarste Palme (ein indisches Lehrgedicht zählt 801
nützliche Verwendungen auf) und wird deshalb auch
im großen Maßstabe in ungeheuerer Menge angebaut.
Besonders liefert diese Palme viel Toddy und Jaggory-
zucker, wovon z. B. aus Ceylon jährlich viele tausend
Centner ausgeführt werden. Der Saft zu beiden
wird aus den Kolbenscheiden gewonnen. Die Früchte
sind große dreisteinige Steinfrüchte (Fig. 14, nat.
Gr.), die Blüten zweihäusig.

Fig. 10. Die brasilianische Wachspalme
(Copernicia cerifera), eine höchst malerische Palme
mit mäßig hohem, durch die stehen bleibenden Basen
der abbrechenden Blätter beschupptem Stamme und
kugeliger dichter Krone schöngeformter langstieliger
Fächerblätter, welche Wachs ausschwitzen, wächst in
den innern Provinzen Brasiliens. — Viel mehr vege-
tabilisches Wachs als diese Palme liefert die riesige,
in Columbia wachsende Klopstockia cerifera, eine mit
Fiederblättern begabte Palme, deren Stamm bis
200 Fuß hoch wird, sowie die auf dem Andesgebirge
zwischen 7930 und 9700 Fuß Meereshöhe vorkom-
mende Ceroxylon andicola, deren fast ebenso große
Höhe erreichender, ganz mit einer dicken Wachsschicht
überzogener Stamm nach oben hin eine Anschwellung
zeigt.

Andere bemerkenswerthe Palmen mit einfachem
Stamme und mit einer Blätterkrone sind: die Betel-
palme (Areca Catechu), 60 Fuß hoch, mit Fieder-
blättern, deren Samen (Betelnüsse) von den Malaien
in Blätter des Betelpfeffers eingewickelt und mit Kalk
vermischt gekaut werden, um den Athem wohlriechend
zu machen, den Mund ziegelroth und die Zähne schwarz
zu färben. Das Blattherz dieser in Südasien allge-
mein angebauten, sowie einer andern, der auf den
Antillen heimischen A. oleracea, werden als Kohl ver-
speist. Fig. 12 zeigt die Frucht einer dritten Art, der
in Ostindien heimischen A. triandra, in nat. Gr. —
Die Zuckerpalme (Arenga saccharifera), eine in
Ostindien und auf den indischen Inseln wachsende
Palme mit Fiederblättern, enthält in den männlichen
Kolben einen zuckerreichen Saft. Aus dem Mark
wird Sago bereitet, aus den Fasern der Blattstiele
Tauwerk.

Fig. 11. Die ostindische Rohrpalme (Calamus
equestris). Die Gattung Calamus besteht aus Holz-
gewächsen mit schlanken, knotig-gegliederten, aus lang-
gestreckten Internodien zusammengesetzten Stämmen,
welche oft mehrere hundert Fuß Länge erreichen, sich
vielfach verzweigen und an den Zweigen mit einzeln
und entfernt stehenden Fiederblättern besetzt sind.
Diese eigenthümlichen, den übrigen Palmen so un-
ähnlichen Gewächse treten als riesige Schlingpflanzen
in den Wäldern des tropischen Asien auf und bilden
oft undurchdringliche Geflechte. Die schlanken Aeste,
deren Internodien oft sehr lang gestreckt sind, werden
zu Stöcken benutzt (die sogenannten spanischen Rohre),
noch schwächere zu Rohrsesseln und anderm Flechtwerk.
Die Stämme der hier abgebildeten Rohrpalme erreichen
bis 180 Fuß Länge, die von C. Rotang sollen bis
über 500 Fuß lang werden. Die Blattscheiden,
Stiele und Mittelrippen der Blätter sind meist mit

starken Stacheln bedeckt, wodurch die natürlichen Geflechte dieser Palmen noch undurchdringlicher werden.

IV. Ordnung der Bananengewächse (Scitamineae). Großblätterige, saftvolle Stauden der Tropengegenden, manche von riesiger Größe und baumförmigem Wuchse, doch ohne wirklichen Holzstamm. Blätter einfach, unzertheilt, ganzrandig, fiedernervig, mit scheidigem Stiel. Blüten zwitterlich, mit unterständigem Fruchtknoten, unregelmäßig geformtem Perigon, oder mit Kelch und Blumenkrone; Blütenstände von scheidigen Deckblättern umschlossen. Vielsamige Kapsel oder Beere. Samen mit Eiweißkörper, welcher den Keim einschließt.

Fam. 1. Pisanggewächse (Musaceae). Große krautige Stauden mit meist verkürztem (unterirdischem) Stamme und oberirdischem bisweilen baumartigem Scheinstamme, welcher aus den sich gegenseitig umfassenden Scheiden alternirend zweizeiliger Blätter gebildet wird. Solche baumartige Formen (z. B. der gemeine Pisang, Taf. 12, Fig. 3) erinnern durch ihre mächtige Blätterkrone an Palmen. Blütenstand zusammengesetzt, ährig, bei diclinischen Blüten an der Spitze männlich, sonst weiblich, meist mit zweizeilig angeordneten, oft prachtvoll gefärbten scheidigen Deckblättern. Perigon blumenkronenartig, aus 6 in 2 alternirende Kreise geordneten, verschieden großen Blättern zusammengesetzt, oft zweilippig. Staubgefäße 6, das hintere unfruchtbar oder fehlend, mit breiten Filamenten. Beeren- oder steinfruchtartige, dreifächerige, ein- bis vielsamige Frucht.

Taf. 12, Fig. 3. Der gemeine Pisang (Musa paradisiaca), ein stolzes Gewächs von baumförmigem Wuchs mit riesengroßen (bis 12 Fuß langen und bis 2 Fuß breiten), im Alter der Quere nach spaltenden Blättern und gipfelständigem, kolbenartigem, bis 4 Fuß langem überhängendem, aus Blütenquirlen zusammengesetztem und in einen stumpfen nackten Kegel endigendem Blütenstande, wird in allen Tropengegenden wegen seiner eßbaren Früchte in vielen Varietäten (allein auf den Philippinen in mehr als 70) angebaut. Die Spitze der dicken Blütenstandsspindel ist purpurblau, die theils männlichen, theils zwitterlichen Blüten sind gelblichweiß, die scheidigen Deckblätter violett, die Früchte dreikantig, fast sichelförmig, bis 1 Fuß lang und bis 3 Zoll dick, fast samenlos. Sie bilden die tägliche Nahrung der Tropenbewohner, indem sie halb und ganz reif, roh und gekocht oder in Butter gebraten gegessen werden. Auch bereitet man aus ihren gegorenem Saft eine Art Wein. Eine einzige Pflanze vermag über einen Centner Früchte zu liefern. Nach der Fruchtentwickelung stirbt der ganze Stamm bis auf das Rhizom ab. Auch die übrigen Theile der Pflanze werden zu verschiedenen Zwecken benutzt. Als das Vaterland wird Ostindien angegeben, doch findet sich die Pflanze nirgends mehr wild. (a männliche Blüte, b Zwitterblüte, c Geschlechtsorgane, verkl., d Frucht von Musa coccinea im Querschnitt, e Same derselben Art im Querschnitt, f Keim daraus, nat. Gr.) — Eine verwandte Riesen- und Prachtpflanze ist der „Baum der Reisenden" (Ravenala madagascariensis), auf dessen bis 10 Fuß hohem Scheinstamme sich eine fächerförmige Krone zweizeilig angeordneter Riesenblätter erhebt, deren dicke Scheiden so viel Wasser erhalten, daß beim Anbohren dasselbe in einem Strahl herausströmt.

Fam. 2. Blumenrohrartige Pflanzen (Cannaceae). Stattliche Stauden des tropischen Amerika mit kriechendem oder knolligem Rhizom und oberirdischen aufrechten, bisweilen ästigen Stengeln, welche mit großen scheidigen, zweizeilig gestellten Blättern besetzt sind und mit einem ähren- oder rispenförmigen Blütenstande endigen. Blüten schön gefärbt, unregelmäßig, mit dreiblätterigem Kelch und einer zweilippigen, aus 6 in 2 Reihen geordneten ungleich großen, mehr oder weniger verwachsenen Blättern bestehenden Blumenkrone. Das eine der innern Blätter als abwärts gebogene Lippe (labellum) ausgebildet, an welche das einzige Staubgefäß angewachsen ist. Beeren- oder steinfruchtartige Frucht.

Taf. 12, Fig. 1. Das indische Blumenrohr (Canna indica), beliebte Zierpflanze unserer Gärten, mit 3—5 Fuß hohem Stengel und purpurrothen Blüten. (Blatt und Blütenstand in 1/2 nat. Gr., Fruchtknoten in nat. Gr.) — Zu dieser Familie gehört auch die Pfeilwurz (Maranta arundinacea), ein in Westindien heimisches und angebautes Staudengewächs, deren stärkemehlreiche fleischige Wurzeln das als Kraftmehl berühmte Arrowroot liefern.

Fam. 3. Ingwergewächse (Zingiberaceae). Stattliche perennirende Stauden mit knolligem rhizomatischen Rhizom, ohne oder mit beblättertem oberirdischen Stengel, der häufig nur aus den scheidigen Stielen der zweizeilig angeordneten Blätter besteht. Blütenstände mit zweizeilig gestellten scheidigen Deckblättern, bald aus dem Rhizom hervorbrechend, bald stengelständig, ährig oder rispig. Blüten unregelmäßig, oft zweilippig, aus in 2 Kreise geordneten nach unten meist röhrig verwachsenen Perigonblättern gebildet. Staubblätter bis auf eins in blumenblattähnliche Gebilde verwandelt, das einzige einen Staubbeutel tragende dem lippenförmig gebildeten äußern Staubblatt opponirt. Griffel lang, durch eine zwischen den Fächern des Staubbeutels befindliche Rinne der ganzen Länge nach durchgehend. Frucht kapselartig, mit 3 Klappen aufspringend, selten beerenartig, Samen von einem Samenmantel umhüllt. — Die überwiegende Mehrzahl der Zingiberaceen, von denen man etwa 300 Arten kennt, wächst in Ostindien, die übrigen sind in Amerika und Neuholland zu Hause.

Taf. 12, Fig. 4. Der gemeine Ingwer (Zingiber officinale), ein in Ostindien heimisches und in Ostindien Westindien angebautes Gewächs mit fast wagerechtem kriechenden, dickem, knotigem, gegliedertem Rhizom, welches die bekannte Ingwerwurzel ist. Oberirdischer Stengel 3—4 Fuß hoch, Blätter 6—7 Zoll lang, 2 1/2 Zoll breit, grundständige Blütenschäfte 6—12 Zoll lang, Blüten gelblichweiß, wohlriechend. (a Blüte mit den Deckblättern, nat. Gr., b Blütenhülle, vergr.) — Zu dieser Familie gehört die Gelbwurz (Curcuma longa), deren lange geringelte Rhizomknollen eine gelbe Farbe enthalten, und die Zittwerwurz (Curcuma Zedoaria), deren handförmige Knollen früher officinell waren, desgleichen die als Arznei und Gewürz benutzte Galgantwurzel, der Wurzelstock der Alpinia Galanga. Alle diese Arten sind in Ostindien zu Hause.

V. Ordnung der Mannweibigen (Gynandrae). Staubbeutel mit dem Stempel verwachsen, daher der Name (vgl. die 20. Klasse des Linné'schen Systems). Die wichtigste Familie dieser Ordnung ist diejenige der Orchideen (Orchideae). Krautartige Gewächse, theils im Boden wurzelnd, mit Rhizomen oder Knollen versehen (Erdorchideen), theils mittels Luftwurzeln schmarotzerartig an Baumstämme oder Felsen angeheftet und die Nahrung aus der Luft ziehend (pseudoparasitische Orchideen); erstere mit beblättertem Stengel, welcher die Blüten einzeln oder ähren- oder traubenförmig gruppirt an der Spitze trägt, letztere gewöhnlich mit grünen knollig ausgebildeten fleischigen Stämmen (Scheinknollen, pseudobulbi), die an der Spitze einige Blätter tragen und nackte Blütenstengel aus ihrer

basis, selten aus der Spitze, sowie zahlreiche Luftwurzeln entwickeln. Blätter abwechselnd, mit scheidigem Grunde, einfach ganz und ganzrandig, Blüten zwitterlich, von einem scheidigen Deckblatt gestützt, mit unterständigem Fruchtknoten und unregelmäßigem, oft zweilippigem, aus 6 in 2 alternirende Kreise geordneten Blättern bestehendem Perigon. Die drei äußern Blätter ziemlich oder ganz gleich in Form, Größe und Färbung, von den drei innern das mittlere (untere) stets eigenthümlich, oft höchst merkwürdig gebildet, die Honiglippe (labellum) genannt (Taf. 12, Fig. 6, a, b). Griffel innerhalb des Perigons als fleischige, verschieden geformte Säule (Griffelsäule) ausgebildet, mit welcher die beiden Fächer des einzigen Staubbeutels (sehr selten 2 Staubbeutel) verwachsen sind. In jedem Staubbeutelfach eine Pollenmasse (pollinarium) von wachsartigem Ansehen, oft keulenförmig und gestielt (Fig. 12, c, d). Frucht kapselartig, selten fleischig, mit 3 Klappen aufspringend, viele sehr kleine (staubartige) Samen enthaltend, welche von einem dünnhäutigen Samenmantel umgeben sind (Fig. 12, e). — Die Orchideen, eine sehr große Familie, sind besonders in den Tropengegenden verbreitet, wo die pseudoparasitischen ausschließlich vorkommen, doch gibt es auch zahlreiche Erdorchideen in der gemäßigten Zone und selbst in der kalten finden sich einige. Fast alle haben schön gefärbte Blumen, besonders aber zeichnen sich viele der pseudoparasitischen durch Anmuth oder Eigenthümlichkeit der Form, durch Größe und durch Pracht der Farben aus (z. B. die Gattungen Stanhopea, Cottleya, Aërides, Dendrobium, Coelogyne, Cycaste u. a.). Diese Bewohner der tropischen Urwälder sind zu den größten Zierden unserer Warmhäuser geworden, wo sie in hängenden Körbchen, Töpfen, an Holz- und Kohlenstücken cultivirt werden. Viele Orchideen haben einen süßlichen, nach Vanille riechenden Blumenduft.

Taf. 12, Fig. 5. Das weiße Knabenkraut (Platanthera bifolia), auf Waldwiesen im Juni oft häufig, mit weißen langgespornten Blüten, hat sehr angenehm süß duftende Blumen. (Abbildung in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte von vorn in nat. Gr.)

Fig. 6. Das gefleckblätterige Knabenkraut, Kuckuksblume (Orchis maculata), auch eine verbreitete Waldpflanze, besitzt schwarzgefleckte Blätter und purpurne Blumen (a Blume von der Seite, b von vorn, c Griffelsäule von vorn, d Pollenmasse, e Samen; alle Figuren vergr.). Die Knollen mehrerer verwandter Erdorchideen sind als Tubera Salep officinell.

Fig. 7. Die Vanille (Vanilla planifolia), eine pseudoparasitische, kletternde Orchidee der Wälder Mexikos, mit gelb und weiß gescheckten Blumen, bringt lange schotenartige, meist violettbraune, höchst angenehm aromatisch duftende und schmeckende, fleischige Kapseln hervor, welche die echte Vanille des Handels bilden (a blühender, b fruchttragender Zweig in nat. Gr., c Griffelsäule, e Lippe, vergr.).

VI. Ordnung der schwertblätterigen Gewächse (Ensatae). Krautartige oder strauchige, sehr verschieden gestaltete ausdauernde Gewächse mit schwertförmigen oder linealen Blättern und verschieden geformten Blüten, welche aus einem unterständigen Fruchtknoten und einem meist regelmäßigen, sechsblätterigen, in 2 alternirende Kreise geordneten, getrennt- oder verwachsenblätterigen Perigon bestehen. Frucht kapsel- oder beerenartig, mehrsamig.

Fam. 1. Ananasgewächse (Bromeliaceae). Strauchartige Gewächse der Tropenländer Amerikas mit verkürztem Stamme und spiralig gestellten große Büschel bildenden Schwertblättern, welche am Rande oft dornig gezähnt sind. Blütenstand endständig, ähren- oder traubenförmig, seltener rispig, oft von prächtig gefärbten Deckblättern umgeben oder mit solchen besetzt. Blüten meist zwitterlich, Perigon röhrig, äußeres oft kelchartig, Staubgefäße 6, der Röhre des Perigons eingefügt, Griffel mit dreilappiger, gedrehter Narbe. Frucht vielsamig, Samen mit mehligem Eiweiß. Viele Bromeliaceen sind gleich den pseudoparasitischen Orchideen mittels Luftwurzeln an Aeste und Stämme von Bäumen angeheftet, sie bilden mit erstern und mit Aroideen den Hauptschmuck der amerikanischen Urwälder.

Taf. 12, Fig. 2. Die Ananas (Bromelia Ananas), eine in allen Tropenländern und seit geraumer Zeit auch in der gemäßigten Zone in besonders construirten Treibhäusern (Ananashäusern) angebaute Pflanze von unbekannter Herkunft (in Ostindien ist ihre Cultur uralt), welche im Boden wurzelt und unterhalb des den kurzen Stamm krönenden Blätterschopfes die dicht zusammengedrängten Blüten entwickelt, durch deren Verschmelzung ein großer kugeliger Fruchtkörper von zuletzt goldgelber Farbe entsteht, die sogenannte, wegen ihres Wohlgeruchs und Wohlgeschmacks berühmte Ananasfrucht. Die einzelnen warzenförmigen Abtheilungen der Frucht bestehen aus den einzelnen Blüten, deren Perigone nach der Blütezeit fleischig und saftig werden und mit dem Fruchtknoten zu einer Scheinbeere verschmelzen. (Abbildung zeigt den obern Theil des fruchttragenden Samens in $^1/_2$ nat. Gr., a Blüte, b Frucht im Längsschnitt, nat. Gr.)

Fam. 2. Schwertliliengewächse (Irideae). Perennirende Kräuter mit knolligen oder fleischigen Rhizomen oder mit zwiebeligen Knollen, letztere stengellos, grundständige Blätter und Blüten entwickelnd, erstere mit beblättertem Blütenstengel. Blätter schwertförmig oder lineal, ganzrandig. Perigonblätter nach unten zu röhrig verwachsen, Staubgefäße 3, dem Grund der äußern Perigonblätter angewachsen, Griffel mit 3 blumenblattförmigen Narben. Dreifächerige, dreiklappige, vielsamige Kapsel, Samen mit fleischigem Eiweiß. — Bewohner der gemäßigten und subtropischen Zone beider Hemisphären, die meisten in Südafrika heimisch. Fast alle prangen mit schön gefärbten Blumen.

Taf. 11, Fig. 10. Die Siegwurz, der Schwertel (Gladiolus communis), beliebte, in Südeuropa heimische Zierpflanze unserer Gärten mit knolligem Rhizom und einseitswendiger Aehre fast zweilippiger purpurner Blüten. (Abbilduug a in $^1/_2$ nat. Gr., c Perigon, b Geschlechtsorgane, wenig größer, d Narbe, nat. Gr.)

Fig. 11. Die weiße florentinische Schwertlilie (Iris florentina), in Italien heimisch, dort und in Frankreich wegen ihres officinellen, nach Veilchen duftenden (daher Veilchenwurzel genannten) Rhizoms angebaut, hat weiße Blumen, deren äußere, wie bei allen Irisarten aus- und abwärts gebogene Blätter mit einem gelben Bart fleischiger Fasern geziert sind (a oberer Theil des Stengels, b unterer Theil und Rhizom in $^1/_2$ nat. Gr., c Narbe und Staubgefäß in nat. Gr.). Eine sehr verbreitete Zierpflanze unserer Gärten ist die deutsche Schwertlilie (I. germanica) mit großen violetten Blumen. An Ufern von Gewässern kommt häufig die mit goldgelben Blumen prangende Wasser-Schwertlilie (I. Pseudacorus) in ganz Europa vor. Beider Rhizom war früher auch officinell.

Fig. 12. Der Safran (Crocus sativus), ein im Orient heimisches, dort sowie in Oesterreich, Ungarn, Italien, Frankreich, Spanien und England im großen angebautes Knollengewächs, welches im Herbst sein

violetten Blumen entwickelt und dessen gelbroth gefärbte Narben den bekannten, als Gewürz und Arzneimittel hochgeschätzten Safran bilden. Die meisten Arten der Gattung Crocus blühen im ersten Frühling; mehrere, wie die goldgelb blühende C. luteus und C. susianus und der violett, blau, weiß oder gescheckt blühende C. vernus gehören zu den ersten Frühlingsblumen unserer Gärten und sind allgemein verbreitete und beliebte Zierpflanzen geworden. (Abgebildet: die ganze Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., a Narben, schwach vergr.)

Fam. 3. Agaveen (Agaveae). Riesige Stauden des tropischen Amerika von an die Aloës (s. Liliengewächse) erinnerndem Habitus mit verkürztem Stamm, welcher einen großen Blätterbüschel trägt und gleich diesem von vieljähriger Dauer ist, aber nur einmal Blüten entwickelt und dann sammt der Wurzel abstirbt. Blätter schwertförmig, meist dick und fleischig, Blüten an der Spitze eines oft riesigen, binnen wenigen Monaten sich entwickelnden, beschuppten Schafts ähren-, trauben- oder rispenförmig angeordnet mit regelmäßigem sechstheiligen Perigon, 6 Staubgefäßen und 1 Griffel. Frucht eine dreifächerige, aufspringende, viele flache Samen enthaltende Kapsel.

Taf. 13, Fig. 1. Die amerikanische Agave oder sogenannte hundertjährige Aloë (Agave americana), ein in Mexico heimisches, aber seit Jahrhunderten in Südeuropa und Nordafrika als Heckenpflanze cultivirtes und daselbst völlig verwildertes Riesengewächs mit dicken, steifen, bis 6 Fuß langen, stechenden und dornig gezähnten blaugrünen Schwertblättern, aus deren Mitte endlich ein bis 30 Fuß Höhe erreichender Schaft emporschießt, der einen gewaltigen Candelaber wohlriechender, bis 3 Zoll langer gelber, viel Honig aussondernder Blüten trägt. Blüht in ihrem Vaterlande, wie auch in Südeuropa, schon im 8. bis 10. Jahre, in unsern Gewächshäusern nicht leicht vor dem 70. Jahre und überhaupt äußerst selten. Aus den zähen Bastfasern der Blätter werden dauerhafte Seile und Flechtwerk aller Art, aus dem zuckerhaltigen Saft ein weinartiges Getränk (pulque) bereitet. Auch das Papier der alten Mexicaner war aus Agavefasern verfertigt (a Blüte, b Fruchtknoten nach der Blütezeit, c im Durchschnitt, verkl.).

Fam. 4. Amaryllisartige Pflanzen (Amaryllideae). Ausdauernde Zwiebelgewächse mit blütentragenden, nackten Schäften und grundständigen Blättern, selten stengeltreibende Kräuter oder auch kurzstämmige Holzgewächse mit Faserwurzel. Blätter lineal oder schwertförmig, ganzrandig, Blütenschaft zusammengedrückt oder zweischneidig, Blüten einzeln endständig oder in einfacher Dolde, von häutigen Scheidenblättern umgeben. Perigon regelmäßig verwachsenblätterig, Röhre dem unterständigen Fruchtknoten angewachsen. Staubgefäße 6, in der Perigonröhre eingefügt, Griffel einfach mit ungetheilter oder dreilappiger Narbe. Dreifächerige vielsamige Kapsel, selten Beere. — Schönblühende saftvolle Gewächse, von denen die Mehrzahl in den Tropengegenden, der subtropischen und wärmern gemäßigten Zone zu Hause sind. Diese Familie hat unsern Gärten und Gewächshäusern viele schöne Zierpflanzen geliefert.

Taf. 13, Fig. 9. Die gemeine gelbe Narcisse (Narcissus Pseudonarcissus), wächst in Mittel- und Süddeutschland auf Wiesen wild und wird häufig zur Zierde angepflanzt. Bei der Gattung Narcissus ist das Innere der Blume mit einem becher- oder röhrenförmigen Gebilde, dem sogenannten Honigbecher (scyphus) versehen, welcher als durch Verwachsung von 6 Nebenkronenblättern entstanden angesehen wird. Bei der gemeinen Narcisse ist dieser Becher sehr groß und lang, bei der im Orient heimischen und allgemein cultivirten einblumigen weißen Narcisse (N. poeticus) dagegen sehr kurz und roth gerändert, ebenfalls kurz bei der mehrblütigen, in Südeuropa wild wachsenden Tazette (N. Tazetta), von welcher ebenfalls kurznamentlich als Topfgewächs cultivirten Art Fig. 1 eine Blütendolde in $^1/_2$ nat. Gr. zeigt. Die Zwiebel der weißen Narcisse ist giftig.

Fig. 11. Die ziegelrothe Amaryllis (Amaryllis rutila). Die Gattung Amaryllis unterscheidet sich von Narcissus durch den seitlich neben den Blättern hervorsprossenden Blütenschaft, durch den Mangel des Honigbechers und die aufsteigenden Staubfäden. Ihre Arten prangen sämmtlich mit großen prachtvoll gefärbten, bisweilen beinahe zweilippigen Blumen. A. rutila, in $^1/_2$ nat. Gr. abgebildet, wächst, gleich vielen andern, in Südamerika, A. reginae, ebenfalls aus dem tropischen Südamerika, wird in den Gewächshäusern in zahllosen Varietäten cultivirt und gehört zu den schönsten Frühlingszierden unserer Zimmer. A. formosissima mit zweilippigen, prachtvoll purpurrothen Blumen, eine alte Zierpflanze, ist ebenfalls in Südamerika heimisch.

Fig. 12. Das Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Fig. 13 der Märzbecher (Leucojum vernum), auch großes Schneeglöckchen genannt, sind zwei bekannte Frühlingsblumen, von denen die zweite besonders in Laubwäldern Mittel- und Süddeutschlands vorkommt, während erstgenannte Pflanze vorzugsweise in Gärten angetroffen wird und wild nur in Südeuropa wächst.

VII. Ordnung der Schlammwurzler (Helobiae). Im Schlamm wurzelnde Sumpf- und Wassergewächse mit faserigem oder knolligem Rhizom, linealen oder breiten Blättern und zwitter- oder eingeschlechtigen Blüten, welche mit Kelch und Blumenkrone begabt oder selten hüllenlos sind. Fruchtknoten unter- und oberständig, Frucht verschieden. — Hierher gehören die Familien der Alismaceen, Butomeen und Hydrocharideen, zu ersterer der Froschlöffel (Alisma Plantago) und das Pfeilkraut (Sagittaria sagittaefolia), zwei durch ganz Europa verbreitete Gewächse; zur zweiten Familie die schöne Wasserviole (Butomus umbellatus), zur dritten Familie der Froschbiß (Hydrocharis Morsus ranae) mit nierenförmigen, auf dem Wasser schwimmenden Blättern, und die aloëartige Wasserschere (Stratiotes aloides) mit starren, dornig gesägten Schwertblättern. Ein Glied der Hydrocharideenfamilie ist auch die merkwürdige Vallisneria spiralis, von welcher Fig. 1 auf Taf. 11 ein verkleinertes Bild gibt. Diese in stehenden Wässern Südeuropas wachsende Pflanze ist zweihäusig und sowol die männliche als die weibliche stengellos. Letztere (a) entwickelt zwischen den linealen Blättern lange, schraubenförmig zusammengerollte Stiele mit einer Blüte am Ende (e, vergr.), während die männliche (b) kurzgestielte Blüten (d, vergr.) hervorbringt. Wenn die Blüten sich öffnen, dehnt sich der Stiel der weiblichen so lange aus, bis die Blüte den Wasserspiegel erreicht, worauf sie sich entfaltet. Um diese Zeit reißen sich die männlichen Blüten von selbst los, werden an den Wasserspiegel emporgehoben und von der Wellenbewegung fortgetrieben. Stößt eine männliche Blüte zufällig an eine weibliche, so platzen die Staubbeutel, und die weibliche wird befruchtet, worauf letztere den Stiel wieder zusammenzieht und untertaucht, um unter dem Wasser die Frucht zu reifen. In den gestreckten Zellen der mittlern Gewebschicht der Blätter findet man das Protoplasma fortwährend in strömender Bewegung.

VIII. Ordnung der **Kronenblütler** (Coronariae). äuter, Sträucher und Bäume, deren meist zwitter- e Blüten aus einem gewöhnlich regelmäßigen, rennt- oder verwachsenblätterigen Perigon, 6 (selten oder 12) Staubgefäßen und einem Stempel bestehen, sen Fruchtknoten in der Regel ober-, selten unter- ndig ist. Frucht eine mehrsamige Kapsel oder ere, Samen mit einem den Keim umschließenden eißkörper. Die wichtigsten Familien dieser großen uppe sind:

Fam. 1. Die **Simsengewächse** (Juncaceae). Den heingräsern ähnliche, meist ausdauernde Kräuter mit ils beblätterten, theils blattlosen runden Stengeln, malen grasähnlichen oder schmalen walzigen oder stenförmigen Blättern und kleinen unscheinbaren, ist braunen, in Knäuel, Büschel und Trugdolden tellten Blüten, die aus einem sechsblätterigen Peri- n, 6 Staubgefäßen und einem oberständigen freien empel mit 3 federförmigen Narben zusammengesetzt d. Dreifächerige, mit 3 Klappen aufspringende lsamige Kapsel. — Hierher gehören die **Simsen** ncus), der Mehrzahl nach Sumpfgewächse und uergräser, manche mit röhrigen und gegliederten ätern, und die **Hainsimsen** (Luzula), auf trockenem den wachsend. Wiesen- und Waldpflanzen mit chen, am Rande lang behaarten Blättern. Aus m Marke der mit runden blattlosen Stengeln ver- enen Simsen (dem Binsenmarke) verfertigt man hin d wieder künstliche Blumen.

Taf. 10, Fig. 14. Die **haarige Hainsimse** .uzula pilosa), wächst häufig auf Waldwiesen und Wäldern und blüht im ersten Frühlinge (a Blüten- ospe mit Deckblättern, b Blüte entfaltet, c Kapsel ufgeschlagen, d Samen; vergr.).

Fam. 2. **Zeitlosengewächse** (Colchicaceae). usdauernde Kräuter mit zwiebeligem, knolligem oder ischelig-faserigem Rhizom, grundständige Blätter und lüten oder beblätterte Blütenstengel entwickelnd. lätter bald schmal, lineal, bald breit und dann bis- eilen der Länge nach spaltig, am Grunde scheidig. lüten regelmäßig, meist zwitterlich, mit sechsblätterigem er sechstheiligem Perigon. Staubgefäße 6, mit nach ßen aufspringenden Beuteln. Fruchtknoten ober- ndig, dreifächerig, mit 3 bisweilen verwachsenen riffeln. Dreifächerige, vielsamige, wandspaltig auf- ringende Kapsel, Samen mit häutiger Schale. — ie Colchicaceen sind über die ganze Erde zerstreut, sonders aber in der gemäßigten und subtropischen one namentlich Nordamerikas und Südafrikas hei- isch. Fast alle enthalten in den Rhizomen und amen einen scharfen und betäubend-giftigen Stoff.

Taf. 13, Fig. 14 und 15. Die **Herbstzeitlose** Colchicum autumnale). Ein auf feuchten Wiesen in Mitteleuropa, oft in großer Menge beisammenwachsende flanze mit einem tief im Boden steckenden zwiebel- rtigen braunbeschalten Knollen, welcher im Herbst rundständige nackte Blüten und im folgenden Früh- hr die tulpenartigen Blätter hervorbringt, zwischen enen die grüne, einer Tulpenknospe gleichende Kapsel ißt. Die Gestalt der Blumen erinnert an Crocus, re Farbe ist hellrosa oder lila, selten weiß. Die 3 reien Griffel sind sehr lang, fadenförmig. Knollen nd Samen sind officinell. (Fig. 14 blühende, 15 uchttragende Pflanze, verkl. a, b Staubgefäß, vergr.)

Fig. 16. Der **schwarze Germer** (Veratrum ni- grum). Die Gattung Veratrum besteht aus stattlichen Stauden mit faserigem Wurzelstock, beblättertem, in eine zusammengesetzte rispige Blütentraube endigenden Stengel und alternirenden großen und breiten faltigen Blättern. Das Perigon der Blüten, von denen die sich zuerst entwickelnden zwitterlich, die spätern männ- lich sind, ist tief sechstheilig ohne Röhre, die 3 Griffel sind sehr kurz. V. nigrum, in den österreichischen Alpen wild wachsend und häufig als Zierpflanze culti- virt, wird 3—4 Fuß hoch und besitzt schwarz-purpurne Blüten (a eine Traube in nat. Gr., b Blüte, c Kapsel, schwach vergr.). Die Rhizome einer andern in den Alpen, Karpaten, Sudeten und andern Hoch- gebirgen wachsenden Art, des mit größern, aber schmuzig weißen oder grünlichen Blüten begabten V. album, der sogenannten **weißen Nieswurz**, sind officinell.

Fam. 3. **Liliengewächse** (Liliaceae). Rhizom- oder Zwiebelgewächse, selten Holzpflanzen von palmen- förmigem Wuchse mit meist kurzem, einfachem oder verzweigtem Stamme und am Ende des Stammes oder seiner Aeste büschelförmig gruppirten Blättern, unterscheiden sich von den Colchicaceen, denen sie sonst sehr ähnlich sind, durch die nach innen aufspringenden Staubbeutel, den einzigen Griffel mit ganzer oder dreilappiger Narbe und die sechsspaltig aufspringende Kapsel. — Die Liliaceen bilden eine große, meist aus schönblühenden Pflanzen bestehende Familie, welche eine große Anzahl von Zierpflanzen, auch Nutz- und Arzneipflanzen geliefert hat. Sie sind über die ganze Erde verbreitet, vorzugsweise aber in der wärmern gemäßigten und subtropischen Zone der nördlichen Hemisphäre zu Hause und zerfallen in mehrere Unter- familien und Gruppen.

Taf. 12, Fig. 8. Die **Baumlilie** (Yucca gloriosa), ein in unsern Gewächshäusern häufig cultivirtes, in Südeuropa im Freien gedeihendes Prachtgewächs Süd- amerikas, in welchem der monokotyle Typus seine größte morphologische Vollkommenheit erreicht, bildet einen meist einfachen, bis 12 Fuß Höhe erreichenden Stamm, der eine stolze Krone dicker Schwertblätter trägt. Aus ihrer Mitte sproßt der die großen hän- genden lilienartigen weißen Blumen in einer mächtigen pyramidalen Rispe tragende Blütenstengel hervor, welcher bis 4 Fuß lang wird.

Fig. 9. Die **Aloë von Socotora** (Aloë soco- torina). Die artenreiche, namentlich in Südafrika heimische Gattung Aloë besteht aus Holzpflanzen mit verkürztem unterirdischen oder längern oberirdischen, dann oft verzweigtem Stamme, dessen Ende oder Aeste einen aus spiralig gestellten Blättern zusammen- gesetzten Büschel tragen. Blätter dickfleischig, saftig, von mehrjähriger Dauer, oft am Rande dornig ge- zähnt und dornspitzig oder über und über mit perl- weißen erhabenen Papillen besetzt (Perlaloë) oder der Quere nach mit weißen Papillen und Flecken gebändert. Aus diesen Blätterkronen brechen die beschuppten Blütenstengel hervor, welche eine meist lange Traube ziemlich kleiner Blüten mit röhrigem, über dem Grunde oft bauchig aufgetriebenem, an der Mündung sechs- spaltigem Perigon tragen. Aus dem Safte der Blätter mehrerer Arten wird der außerordentlich bittere und als Arzneimittel hochgeschätzte, unter dem Namen Aloë- gummi bekannte Extract bereitet. Zu diesen Arten gehört die hier sehr verkleinert abgebildete, welche auf der Insel Socotora heimisch ist und röthliche Blüten besitzt (a eine Blüte in nat. Gr. von A. virens).

Fig. 10. Die **Türkenbundlilie** (Lilium Martagon). Die Gattung Lilium besteht aus Zwiebelgewächsen mit schuppiger Zwiebel, welche alljährlich einen reich be- blätterten Blütenstengel treibt, der in eine Traube von meist ansehnlichen und schön gefärbten Blüten endigt. Letztere besitzen ein 6blätteriges Perigon. Der mit blaß purpurnen Blumen prangende Türkenbund (we- gen der rückwärts gekrümmten Blätter, welche den

Blumen die Figur eines Turbans verleihen, so genannt) wächst wild in Laubwäldern Mittel- und Südeuropas. Bekannte Zierpflanzen unserer Gärten sind die im Orient heimische weiße Lilie (L. candidum), die auch in Deutschland wild vorkommende Feuerlilie (L. bulbiferum), die chinesische Tigerlilie (L. tigrinum) u. a.

Fig. 11. Die Kaiserkrone (Fritillaria imperialis), ein stattliches Zwiebelgewächs des Orients, welches zu unsern beliebtesten Frühlingszierpflanzen gehört und sich durch die mit opalisirenden Nektartropfen erfüllten Honiggruben am Grunde der Perigonblätter auszeichnet. Durch das Vorhandensein solcher Honiggruben, sowie durch die nur äußerlich beschuppte, innen compacte Zwiebel unterscheidet sich die Gattung Fritillaria von Lilium (a Kapsel, b Perigonblatt mit Nektargrube, c Samen, ganz, im Längs- und Querschnitt; alle Fig. verkleinert).

Fig. 12. Die Meerzwiebel (Scilla maritima), ein in Südeuropa und Nordafrika heimisches Zwiebelgewächs, welches officinell ist und häufig als Topfpflanze (namentlich von den Bauern) cultivirt wird. Die sehr groß werdende perennirende, von braunen Häuten umschlossene Zwiebel tritt mehr oder weniger über den Boden hervor und entwickelt nach der Blütezeit (im Herbst oder erst im folgenden Frühling) einen Büschel breiter Blätter, die oft sehr lang werden. Im Spätsommer wächst der nackte, oft bis 2 Fuß hoch werdende Blütenschaft hervor, der in eine lange Traube schmuzigweißer Blüten endet (a Perigon aufgeschnitten und ausgebreitet, c Stempel, f Samen, nat. Gr.; b Staubgefäße, e Fruchtknoten im Querschnitt, vergr.). — Verschiedene Arten der meist durch blaue Blumen ausgezeichneten Gattung Scilla sind beliebte Zierpflanzen (z. B. Scilla sibirica und amoena). Ferner gehören zu den Liliaceen die Tulpen (Tulipa), Taglilien (Hemerocallis), Hyacinthen (Hyacinthus), Traubenhyacinthen (Muscari) und die Lauchearten (Allium), z. B. die gemeine Gartenzwiebel (A. Cepa) und der Knoblauch (A. sativum).

Fam. 4. Spargelgewächse (Asparageae). Kräuter, Sträucher und Bäume, welche den Liliaceen sehr nahe stehen, sich aber von ihnen durch ihre Frucht, eine mehrsamige saftige Beere, unterscheiden. Blüten meist zwitterlich, mit oberständigem Stengel und verwachsenblätterigem, gewöhnlich glocken- oder trichterförmigem Perigon.

Taf. 13, Fig. 5. Der Drachenbaum (Dracaena Draco), ein auf den Canarischen Inseln heimischer Baum, dessen Stamm durch den hier ununterbrochen thätig bleibenden Verdickungscylinder befähigt wird, sich gleich dem Stamme der gymnospermen und dikotylen Bäume, solange als der Baum lebt, zu verdicken. Da nun der Drachenbaum zu denjenigen Bäumen gehört, welche die längste Lebensdauer zu erreichen vermögen, so wird sein Stamm allmählich unförmlich dick. Der älteste bekannte Drachenbaum bei Orotava auf Teneriffa, welchen der Sturm vom 2. Januar 1868 umbrach und dessen Alter auf mehr als 5000 Jahre geschätzt worden ist, maß im Jahre 1830 am Boden 55 Fuß im Umfange. Der Stamm des Drachenbaums ist anfangs einfach und gleicht dann wegen der endständigen Blätterkrone einer Palme oder Yucca. Später verzweigt er sich dichotomisch und erlangt dadurch zuletzt eine sehr umfangreiche Krone. Blätter schwertförmig, Blüten grünlichweiß, denen des gemeinen Spargels nicht unähnlich, bilden endständige, aufrechte, aus zusammengesetzten Trauben bestehende Rispen. Beeren roth. Das aus dem Stamme ausschwitzende braune, zerrieben blutrothe Harz ist als Drachenblut (Sanguis draconis) officinell.

Fig. 6. Der gemeine Spargel (Asparagus officinalis), ein aus dem Orient stammendes, an [illegible] ufern Mitteleuropas verwildertes und überall [illegible] bautes Rhizomgewächs, treibt im Frühling fleischige, beschuppte, bleiche Schossen (die eßbaren „Spargelpfeifen"), welche sich später zu den schmächtigen, zierlichholzigen, verzweigten Blütenstengeln ausdehnen. Die feinen nadelförmigen Blätter sind keine wirklichen Blätter, sondern blattartige Zweige (Phyllokladien), die eigentlichen Blätter jene kleinen bräunlichen Schüppchen, in deren Achsel die nadelförmigen Gebilde sich entwickelt haben. Dergleichen blattartige Zweige, aber viel größer und breiter entwickelte, kommen [illegible] bei der zu den Asparageen gehörenden Strauchgattung Mäusedorn (Ruscus) vor, bei deren Arten sich die Blüten an der obern oder untern Fläche der steifen lederartigen Phyllokladien entwickeln. Die Blüten des Spargels sind eingeschlechtig, getrennt, die Beeren roth (a Blüte, b Beeren, vergr.).

Fig. 7. Das Maiblümchen, Zäupchen (Convallaria majalis), bekannte, wegen des Wohlgeruchs ihrer weißen Glockenblüten allgemein beliebte, im Mai blühende, in ganz Mittel- und Südeuropa wild wachsende und häufig zur Zierde angebaute Waldpflanze, welche ein Rhizom besitzt und immer nur 2 Blätter entwickelt, neben denen der nackte Blütenschaft hervorbricht. ($^1/_2$ nat. Gr., a Blüte, b dieselbe im Längsschnitten, in nat. Gr.)

Fig. 8. Die Einbeere (Paris quadrifolia), eine Giftpflanze unserer Wälder, welche durch den größten Theil Europas verbreitet ist. Besitzt ein kriechendes Rhizom, welches die stets einfachen, unterhalb der endständigen Blüte mit 4, selten 3 oder 5 [illegible] förmig gestellten Blättern versehenen Stengel entwickelt. Perigon grünlichgelb, vier-, selten fünfblätterig, Staubgefäße 8, selten 10, Fruchtknoten mit 4, selten 5 Fächern. Beere vogelkirschengroß, reif glänzend schwarz. (a Blüte in $^1/_2$ nat. Gr., b Staubbeutel, c Stempel, vergr.)

Fam. 5. Dioscoreen (Dioscoreae). Zweihäusige Kräuter mit knolligem Rhizom, seltener Halbsträucher mit verkürztem Stamme, sämmtlich mit schlaffen, linkswindend schlingenden Achsen, breiten netzaderigen, ganzen oder hand- bis fiederförmig gelappten Blüten und unscheinbaren, in achsel- oder ährenförmige Trauben gestellten Blüten. Perigon regelmäßig, sechstheilig, Staubgefäße 6, Fruchtknoten unterständig, 3 Griffel. Frucht eine mehrsamige Beere oder Kapsel. — Gewächse der Tropenländer und der wärmern gemäßigten Zone, welche habituell den mit Ranken kletternden, ebenso breitblätterigen und zweihäusigen Smilaxarten der vorhergehenden Familie ähneln und in Südeuropa durch die Schmeerwurz (Tamus communis), die schon in Südtirol und der Schweiz vorkommende Schlingpflanze mit herzförmigen Blättern und rothen Beeren, repräsentirt sind. Zu dieser Familie gehört die berühmte Yamswurzel oder Igname (Dioscorea sativa), Taf. 11, Fig. 13, ein Knollengewächs Ostindiens, welches wegen seiner mehlreichen, mehrere Pfund Schwere erreichenden, handförmigen Knollen in allen Tropenländern angebaut wird.

Achte Klasse.

Samenpflanzen mit echten Früchten und zweisamenlappiger Keime (Teleocarpae dicotyledoneae).

(Tafel 18—29.)

Erste Unterklasse.

Dikotyledonen ohne Blumenkrone (Apetalae).

Blüten bald ohne jegliche Hülle, blos aus den Geschlechtsorganen bestehend, bald von einer rudimentären Hülle (Schuppen, Borsten, Haare) umgeben

) mit einem verwachsen- oder getrenntblätterigen igon, aber niemals mit Kelch und Blumenkrone ehen.

Die erste Ordnung dieser Abtheilung enthält unnbare, sehr unvollkommen organisirte Wasserzen, z. B. die in Teichen, Flüssen und Bächen ig massenhaft vorkommenden Arten der Gattungen isserstern (Callitriche), Hornblatt (Ceratollum) u. a., auf welche hier nicht näher eingegen werden kann.

. Ordnung der pfefferartigen Pflanzen peritae). Sträucher und Kräuter der Tropenenden mit hüllenlosen Blüten, welche Aehren oder ben bilden. Samen mit einem Eiweißkörper, wel: an seiner Oberfläche den wohlerhaltenen Embryosack gt, in welchem der Keim eingeschlossen liegt. Die cher gehörige Familie der eigentlichen Pfefferpächse (Piperaceae) besteht aus saftigen Kräutern) schlingenden Sträuchern, deren Stämme wegen treut angeordneter Gefäßbündel hinsichtlich ihres tomischen Baues sehr an die Monokotyledonen nern. Desgleichen ähneln viele Piperaceen durch e Blütenkolben und ihre eingeschlechtigen, auf einc nackte Staubbeutel oder Fruchtknoten reducirten üten den Aroideen. Fruchtknoten einfächerig, mit ist sitzender, pinselförmiger, selten gelappter Narbe d einer grundständigen, aufrechten Samenknospe, ucht eine fleischige oder saftlose einfache Beere.

Taf. 18, Fig. 1. Der schwarze Pfeffer (Piper grum), ein blüten- und fruchttragender Zweig in , nat. Gr. (a eine Blüte von vorn, in der Mitte r Fruchtknoten, zu beiden Seiten ein Staubgefäß, Frucht im Durchschnitt, vergr.). Der auf den Molukken und in Ostindien heimische und angebaute hwarze Pfeffer ist ein mittels Luftwurzeln kletternder trauch mit gegliederten Achsen, abwechselnden gelten netzaderigen Blättern und den Blättern gegenberstehenden schmächtigen Aehren. Die reif schwarzen eeren liefern unreif und getrocknet den schwarzen, if und geschält den weißen Pfeffer. — Andere chtige Arten sind der Cubebenpfeffer (P. Cubeba), ssen größere langgestielte Beeren als Cubeben gegen ygphilis angewandt werden, und der Betelpfeffer P. Betle), dessen Blätter mit der Betelnuß zusammen kaut werden (s. Palmen).

II. Ordnung der Kätzchenträger (Amentaceae). olzgewächse mit eingeschlechtigen nackten oder von nem Perigon umgebenen Blüten, von denen die ännlichen stets in Kätzchen gestellt sind. Weibliche lüten verschieden angeordnet, oft auch in Kätzchen. rucht verschieden, Samen ohne Eiweißkörper.

Fam. 1. Weidengewächse (Salicineae). Zweihäusige Bäume und Sträucher, deren männliche und weibliche Blüten in Kätzchen geordnet sind. Blüten n der Achsel eines Deckblattes (Kätzchenschuppe) sitzend, nackt oder (nur bei den Pappeln) von einem becherörmigen rudimentären Perigon umgeben. Fruchtknoten berständig, Frucht eine einfächerige vielsamige, mit) Klappen aufspringende Kapsel. Samen klein, mit inem seidenglänzenden Haarschopf. Blätter abwechelnd, einfach, ganz oder gelappt, mit zwei abfallenden, eltener stehen bleibenden Nebenblättern am Grunde es Blattstiels. — Diese Familie besteht nur aus den Gattungen der Weiden (Salix) und der Pappeln (Populus), deren zahlreiche Arten namentlich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet sind. Bei vielen Arten beider Gattungen entwickeln sich die Kätzchen lange vor dem Laubausbruch, bei allen fallen sie nach der Blütezeit (die weiblichen nach dem Aufspringen der Kapseln) ganz ab. Gattung der Weiden: Kätzchenschuppen ganz, Staubgefäße 2—5, langgestielt, neben denselben (ebenso neben dem Fruchtknoten) honigabsondernde Drüsen; Blätter stets ungetheilt. Gattung der Pappeln: Kätzchenschuppen gezähnt oder zerschlitzt, Staubgefäße viele kurzgestielt, ebenso wie der Fruchtknoten von einem rudimentären becherförmigen Perigon umgeben; Blätter breit, oft gelappt.

Taf. 18, Fig. 2. Die Sahlweide (Salix Caprea), bekannter Strauch und Baum unserer Wälder, der im ersten Frühling vor dem Laubausbruche blüht und dessen männliche Kätzchen vor dem Aufblühen mit seidenglänzenden weißen weichen Haaren dicht bedeckt sind (Palmmiezchen). Ist durch ganz Europa verbreitet. (a weiblicher, b männlicher Blütenzweig, c beblätterter Zweig, alle drei in $^1/_2$ nat. Gr.; d männliche Blüte, e weibliche Blüte, f Kapsel, vergr.) Andere bekannte Weidenarten sind: Die weiße oder Silberweide (S. alba), die Bruchweide (S. fragilis), die Korbweide (S. viminalis), die Purpurweide (S. purpurea) u. a. m. Die Weidenrinde enthält einen fiebervertreibend wirkenden Stoff, das Salicin; die schlanken biegsamen Ruthen vieler Arten (besonders von S. alba, fragilis, purpurea und amygdalina) liefern vorzügliches Material für Korbflechterei.

Fig. 3. Die Espe, Aspe oder Zitterpappel (Populus tremula), ein in fast ganz Europa in Wäldern und Hecken wachsender Baum, welcher seine grauhaarigen Kätzchen ebenfalls im ersten Frühlinge vor dem Laubausbruch entwickelt und langgestielte rundlicheiförmige Blätter trägt, die im leisesten Luftzug sich zitternd bewegen. Staubbeutel und Narben purpurroth. (a Zweig mit einem männlichen, b ein anderer mit 2 weiblichen Kätzchen, c, d beblätterte Zweige, alle drei in $^1/_2$ nat. Gr., e, f männliche Blüte, g weibliche, vergr.) — Andere bekannte Arten sind die Schwarzpappel (P. nigra), die italienische oder Pyramidenpappel (P. dilatata), welche manche Botaniker für eine bloße Varietät der vorhergehenden Art halten, die Silberpappel (P. alba), die in Nordamerika heimische Balsampappel (P. balsamifera) u. a.

Fam. 2. Birkenartige (Betulaceae). Einhäusige Bäume und Sträucher der gemäßigten und kalten Zone vorzüglich der nördlichen Halbkugel, deren männliche Blüten in walzenförmige oder längliche Kätzchen, deren weibliche Blüten dagegen in schmächtige Aehren gestellt sind und welche einsamige Nüßchen als Früchte hervorbringen. Die männlichen Kätzchen bilden sich immer schon während des Sommers aus; sie sind aus schildförmigen Schuppen zusammengesetzt, unter denen (an deren Stiel) 2—3 von kleinen Perigonblättern umringte Blüten stehen. Die weiblichen, bald auch schon im Sommer, bald erst im nächsten Frühling zur Blütezeit sich entwickelnden Aehren bestehen aus flachen Deckschuppen, unter denen 2—3 nackte Stempel liegen. Blätter gestielt, ganz, selten zertheilt, meist gesägt, sehr selten ganzrandig. Die Betulaceen sind durch ein wohlriechendes Wachsharz ausgezeichnet, welches oft (z. B. bei den meisten Birken und bei der Schwarzerle) an den Blättern, Knospen und Zweigen bald als klebriger Ueberzug, bald in Form kleiner weißer Warzen ausgeschieden wird und z. B. dem jungen Birkenlaub das glänzende Grün und den aromatischen Wohlgeruch verleiht. Diese Familie besteht auch nur aus 2 Gattungen, den Birken (Betula) und Erlen (Alnus).

Gattung der Birken: Kätzchen und Aehren auf verschiedenen Zweigen, nur erstere bereits während des Winters vorhanden, männliche Blüten von 2 ver

wachsenen Perigonblättern umgeben mit je 4 gabeltheiligen Staubfäden, Fruchtknoten zu 3 unter jeder Aehrenschuppe mit 2 federförmigen Griffeln; Nüßchen breit doppeltgeflügelt, Fruchtähren zerfallen zur Reifezeit, ihre Spindel bleibt stehen.

Gattung der Erlen: Kätzchen und Aehren mit einem gemeinschaftlichen Stiele, dessen oberer später abfallender Theil die Kätzchen trägt, beide schon im Sommer entwickelt (außer bei Alnus viridis, welche sich bezüglich der Kätzchen- und Aehrenbildung wie die Birken verhält); männliche Blüten von je 4 Perigonblättern radförmig umgeben mit 4 kurzgestielten Antheren, unter jeder Aehrenschuppe je 2 Fruchtknoten mit 2 Griffeln, Nüßchen meist ungeflügelt; aus der Aehre entsteht ein holziger Zapfen, welcher nach Ausfallen der Nüßchen noch lange am Zweige haften bleibt.

Taf. 18, Fig. 4. Die Schwarzerle oder gemeine Erle (Alnus glutinosa), bekannte, im März blühende, an Bach- und Teichufern, sowie an Brüchen (Erlenbrüche) wachsender Baum (a blühender Zweig, b verblühter Blätter entwickelnder nach dem Abfall der Kätzchen, c zapfentragender, beblätterter, alle 4 Figuren in $^1/_2$ nat. Gr.; e männliche Blüten, f weibliche, g Zapfenschuppe; vergr.).

Fig. 5. Die gemeine Weißbirke (Betula alba), bekannter, durch fast ganz Europa verbreiteter, aber besonders in dessen nördlicher Hälfte und dem angrenzenden Asien häufig wachsender und im Norden ausgedehnte Waldungen bildender, sehr nutzbarer Baum. (a Kätzchenschuppe mit 2 verwachsenen männlichen Blüten, b Aehrenschuppe mit 3 Stempeln, c Nüßchen, vergr.)

Fam. 3. Platanenartige (Plataneae). Einhäusige Bäume mit kugeligen, an endständigen Stielen perlschnurförmig angereihten Kätzchen. Männliche aus schuppenförmigen Bracteen, an deren jede ein Staubgefäß angewachsen ist, weibliche aus nackten Stempeln und kleinen behaarten, diese umgebenden Schuppen zusammengesetzt. Fruchtknoten zweifächerig mit 2 langen fadenförmigen, hakig gebogenen Griffeln. Frucht nußartig, von dem stehenbleibenden Griffel gekrönt, am Grunde filzig. Same walzig, mit häutiger Schale und sehr dünnem Eiweiß. Das fruchttragende weibliche Kätzchen fällt ganz ab. — Diese Familie wird blos aus der Gattung Platanus gebildet, deren wenige Arten in Nordamerika und im Orient wachsen. Die Platanen sind Bäume mit sich abschuppender Rinde und abwechselnd gestellten, gestielten, handnervigen und handförmig gelappten Blättern. Die Blüten entwickeln sich nach dem Laubausbruch.

Taf. 18, Fig. 6. Die gemeine Platane (Plat. occidentalis), ein in Nordamerika heimischer, in ganz Mittel- und Südeuropa häufig angebauter und sehr groß werdender Baum mit eichenähnlicher, umfangreicher, aber dünn belaubter Krone (a blühender Zweig, b ausgebildetes Blatt in $^1/_2$ nat. Gr.; c Staubgefäß, d Stempel im Längsschnitt, e Frucht im Längsschnitt, vergr.).

Fam. 4. Amberbäume (Balsamifluae). Diese Familie wird blos von der Gattung Liquidambar gebildet, von welcher nur 3 in Indien, Westasien und Südamerika vorkommende Arten bekannt sind. Die Amberbäume stehen den Platanen nahe, unterscheiden sich aber von denselben durch ihre kapselartigen, an der Spitze nach innen zwischen den Griffeln der Länge nach aufspringenden Früchte, welche von den verhärteten Schuppen der Perigone eingeschlossen werden. Ferner sind die Samen zusammengedrückt, schildförmig, am Rande geflügelt. Auch sind blos die weiblichen Blütenstände kugelig und hängend, die männlichen dagegen aufrecht und in eine endständige Traube gestellt. Die Amberbäume sind prachtvolle Waldbäume mit balsamisch-saftiger Rinde. Aus der Rinde der L. styraciflua, der südamerikanischen Art, welche Taf. 20, Fig. 13 abgebildet ist, wird das wohlriechende Storaxharz gewonnen. (a männliche Kätzchen tragender Zweig, b Fruchtkätzchen in $^1/_2$ nat. Gr., c Stempel im Längsschnitt, d Staubgefäß, vergr.)

Fam. 5. Fruchtbechertragende Gewächse (Cupuliferae). Einhäusige Bäume und Sträucher, deren männliche Blüten in Kätzchen gestellt, die weibliche Blüten aber anders angeordnet und deren Früchte (Nüsse) am Grunde oder gänzlich von aus verwachsenen Deckblättern entstandenen Becher (Fruchtbecher, cupula) umgeben sind. Männliche Blüten mit einem kelchartigen Perigon, selten nackt, weibliche mit unterständigem Fruchtknoten, oberständigem, kleinen gezähnten Perigon und 2—3 griffelförmigen Narben. Nuß mit holziger oder lederartiger Schale, ein-, selten zweifamig, Same mit großen dicken Cotyledonen und kleinem Keim. — Die Cupuliferen bewohnen der Mehrzahl nach die gemäßigte Zone und die höhern Gebirge der warmen Zone der nördlichen Halbkugel, auf der südlichen kommen nur sehr wenige Arten vor. Die meisten besitzen Nordamerika, Europa und Westasien. Die Blüten sind abwechselnd gestellt, fiedernervig, ganz oder gelappt, mit oder ohne Nebenblätter. Es gehören zu dieser Familie die Eichen, Haseln, Rothbuchen und Edelkastanien.

Taf. 18, Fig. 7. Die Trauben- oder Winter-eiche (Quercus sessiliflora). Die Gattung Quercus, die artenreichste der Cupuliferen (man kennt gegen 280 Arten) entwickelt die Blüten im Frühling mit dem Laubausbruch. Männliche Blüten mit kelchartigem fünf- oder mehrtheiligem Perigon und ebenso viel Staubgefäßen, in schlaff herabhängenden, sehr langen Kätzchen, weibliche einzeln oder zu mehrern in den Blattachseln der jungen Traube sitzend oder an einem achselständigen Stiel befestigt, jede Blüte von einer vielblätterigen Hülle sehr kleiner Bracteen umgeben, aus welcher später die hier wirklich becherförmige Cupula hervorgeht, aus welcher die Spitze oder die Hälfte oder der größte Theil der reifen Frucht (Eichel) hervorragt. Die Eicheln reifen entweder im ersten oder zweiten Herbst nach der Blütezeit. Beim Keimen bleiben die Kotyledonen innerhalb der aufgeborstenen Fruchtschale und folglich unter dem Boden. — Die Eichenarten zerfallen in viele Gruppen; nach der Dauer der Blätter kann man sie in sommergrüne und immergrüne eintheilen. — Die Traubeneiche und die Stiel- oder Sommereiche (Qu. pedunculata) sind die beiden in Europa verbreitetsten Eichenarten und einander sehr nahe verwandt. Bei ersterer sind die weiblichen Blüten und die Früchte einzeln oder traubig gehäuft in den Blattwinkeln, während bei letzterer an einem mehr oder weniger (bis 9 cm) langen Stiele angereiht sind. Die Traubeneiche blüht durchschnittlich 2 Wochen später als die Stieleiche und hat deutlich gestielte, letztere fast sitzende Blätter. Beide Arten liefern bekanntlich ein vorzügliches Nutzholz, ihre Rinde ist das beste Gerbmaterial. (a blühender, b junge, c reife Früchte tragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., d männliche Blüte, e, f Staubgefäß, g weibliche Blüte, vergr.)

Fig. 8. Die Korkeiche (Qu. Suber), ein zu den immergrünen Eichen gehörender Baum Südeuropas und Nordafrikas, mit kleinen lederartigen, graugrünen dornig gezähnten Blättern, liefert den in den Handel kommenden und technisch so wichtigen Kork, welcher hier die äußere, mehrere Zoll Dicke erreichende Schale

r Rinde bildet. Diese Korkschicht wird von dem aume selbst nach einer längern Reihe von Jahren gewerfen, doch ist ein solcher gänzlich abgestorbener rk zu technischen Zwecken nicht tauglich. Vielmehr uß der Kork noch frisch sein, weshalb den Bäumen einem gewissen Turnus ihre Korkhülle gewaltsam nommen (abgeschält) wird. Bei gehöriger Vorsicht rdet diese Operation dem Baume nicht, vielmehr ird dadurch die Bildung einer neuen Korkschicht ver= laßt, welche nach einer Reihe von Jahren wieder geschält werden kann. (a blühender, b frucht= agender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr.; c männliche, d eibliche Blüten, vergr.)

Fig. 9. Die gemeine Hasel, der Haselnuß= rauch (Corylus Avellana). Die Gattung Corylus, r in wenigen Arten vorkommend, unterscheidet sich n Quercus durch die vor dem Laubausbruch sich ntfaltenden Blüten, durch die gedrungenen Kätzchen, elche schon im Sommer vor der Blütezeit gebildet erden und unter ihren Schuppen hüllenlose Staub= äße tragen, durch die in Knospen eingeschlossenen eiblichen Blüten, deren rothe federförmige Narben r Blütezeit einen kleinen Pinsel auf der Spitze einer lchen Knospe bilden, und durch die blattartige zer= hlitzte Cupula, welche bald ebenso lang, bald länger ls die Nuß, aber immer offen ist. Der gemeine Haselstrauch ist durch ganz Europa verbreitet. (a blü= hender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Kätzchenschuppe mit en Staubgefäßen, c einzelne weibliche Blüten mit hrem Deckblatt, d dieselbe nach der Blütezeit, e Fruchtknoten im Durchschnitt, vergr.; f Früchte in nat. Gr.)

Fig. 10. Die Rothbuche (Fagus silvatica), be= kannter schöner Waldbaum des mittlern und westlichen Europa, dessen säulenförmiger glattrindiger Stamm bis 160 Fuß Höhe erreicht. Blätter fast ganzrandig, jung am Rande gewimpert. Blüten mit dem Laubausbruch erscheinend, männliche in kugeligen, langgestielten, hängenden Kätzchen mit becherförmigem, mehrspaltigem Perigon und vielen Staubgefäßen, weibliche an der Spitze der Zweige zu wenigen beisammen, von faden= förmigen Deckblättern umgeben, mit oberständigem Perigon und 2 fadenförmigen Griffeln. Nüsse drei= kantig, 2—3 von einer gemeinsamen, durch Vergröße= rung der die Deckblätter tragenden Blütenachse ent= standenen Cupula völlig umschlossen, welche auswendig weichstachelig ist und zuletzt kreuzweise mit 4 Klappen aufspringt. Die Nüsse (Buchecken, Bucheln) enthalten ein fettes wohlschmeckendes Oel in reichlicher Menge. (a blütentragender Zweig, b Keimpflanze in $^1/_2$ nat. Gr., c Blatt einer in Gärten häufig angepflanzten Varietät, der farrnblätterigen Buche; d männliche Blüte, e Staubgefäß, vergr.; f aufgesprungene Cu= pula, g Nuß, h im Querschnitt, nat. Gr.)

Fig. 11. Die Edelkastanie (Castanea vesca). Schöner Baum des südlichen Europa, welcher dort Waldungen bildet, aber auch, wie in Süddeutschland, seiner wohlschmeckenden und nahrhaften Nüsse (Kasta= nien, Maronen) wegen, als Obstbaum angepflanzt wird, hat mit der Rothbuche die geschlossene, mit (hier aber viel längern und steifern) Stacheln bedeckte, zuletzt klappenartig aufspringende Cupula gemein, un= terscheidet sich aber von jenem Baum durch die langen achselständigen Blütenähren, welche an ihrem Grunde einige von Deckblättern umringte Gruppen von je 2—3 ♀ Blüten tragen, sonst aber mit männlichen Blüten bedeckt sind. Die Edelkastanie wird sehr alt, bildet aber weniger hohe und dicke Stämme mit umfang= reicher weitschattender Krone. Ihr dem Eichenholz am nächsten verwandtes Holz eignet sich vorzüglich zu Faßdauben. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b männliche, c weibliche Blüten, d Fruchtknoten im Querschnitt, vergr.; e junge Cupula, f Frucht. verkl.)

Fam. 6. Hornbaumartige Pflanzen (Carpi= neae). Einhäusige Bäume und Sträucher, den Cupu= liferen nahe verwandt, von denen sie sich besonders durch den Bau der männlichen Kätzchen sowie dadurch unterscheiden, daß eine jede der kleinen Nüsse nur von einem einzigen, blattartigen oder häutigen offenen, oder einen geschlossenen Schlauch bildenden Deckblatt um= geben ist. Männliche Kätzchen dicht, walzig, mit einer nackten, aus zahlreichen Staubgefäßen bestehenden Blüte unter jeder Schuppe, weibliche Blüten in schmächtigen gestielten endständigen Aehren, jede ein= zelne mit einem Deckblatt versehen, welches bei Car= pinus flach und offen, bei Ostrya schlauchförmig ist. Fruchtknoten von einem rudimentären Perigon um= geben, mit 2 fadenförmigen Griffeln. Die vergrößerten, die Nüßchen tragenden oder umschließenden Bracteen bilden hängende Fruchtkätzchen, welche bei Ostrya die Form eines Hopfenzapfens besitzen, weshalb die einzige in Süd= und Südosteuropa heimische Art dieser Gat= tung Hopfenbuche (O. carpinifolia) genannt wird. Wichtiger als dieser Baum ist der in ganz Mitteleuropa heimische Hornbaum (Carpinus Betulus), auch Weiß= und Hagebuche genannt (Taf. 18, Fig 12, a frucht= tragender Zweig, b blütentragender in $^2/_3$ nat. Gr.; c männliche Blüte, d Staubgefäße, e weibliche Blüten, f Fruchtknoten im Längsschnitt, vergr.; g Frucht in nat. Gr.), dessen weißes, hartes und dauerhaftes Holz ein vorzügliches Werk= und Schirrholz ist.

III. Ordnung der Nesselgewächse (Urticinae). Kräuter, Sträucher und Bäume mit Zwitter= oder eingeschlechtigen (oft polygamischen) Blüten, welche in der Regel ein kelchartiges Perigon, sowie Staubgefäße und einen oberständigen Stempel besitzen und in Aehren, Büschel, Knäuel, Rispen gestellt, selten einer fleischigen offenen oder hohlen Achse eingefügt sind. Frucht verschieden, Samen meist eiweißhaltig.

Fam. 1. Nesselartige (Urticaceae). Einjährige oder perennirende Kräuter, seltener Sträucher mit einfachen, fieder= oder handnervigen, ganzen oder fieder= bis handförmig zertheilten Blättern und persistenten Nebenblättern. Blüten polygamisch oder zweihäusig, in Knäueln, welche oft ähren= oder rispen= förmig gruppirt sind, mit zwei= bis fünfblätterigem Perigon, 4—5 Staubgefäßen, deren Filamente beim Aufblühen elastisch hervorschnellen, einfächerigem, bei weiblichen Blüten von einem eng anliegenden, ver= wachsenblätterigen Perigon umschlossenem Fruchtknoten und pinselförmiger Narbe. Kleine einsamige Schließ= frucht, Samen mit fleischigem Eiweiß. Die eigentlichen Nesseln (Urtica) sind mit Brennborsten bedeckt.

Taf. 19, Fig. 1. Die große Nessel (Urtica dioica). Bekannte, oft über mannshoch werdende Pflanze mit (wie bei allen Nesselarten) vierkantigem Stengel und kreuzweis gegenständigen Blättern, welche sich von der kleinen, auf Gartenbeeten so häufig als Unkraut vorkommenden Nessel (U. urens) durch ihre Größe, ihr Rhizom (die kleine Nessel ist einjährig), die zwei= häusigen Blüten und die hängenden Blütenrispen, welche viel länger als die Blattstiele sind, unterscheidet. Aus den Bastfasern des Stengels dieser in ganz Europa wachsenden Pflanze wurde ehedem das Nessel= tuch verfertigt. (a männliche, b weibliche Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüte, e letztere geöffnet; vergr.)

Fam. 2. Hanfähnliche Pflanzen (Cannabineae). Zweihäusige Kräuter mit aufrechten oder windenden

Achsen, welche sich von den Urticaceen vorzüglich durch ihre eiweißlosen Samen und den gekrümmten Keim unterscheiden. Hierher gehören der Hopfen und der Hanf.

Taf. 19, Fig. 2. Der Hopfen (Humulus Lupulus), im Orient heimisches, aber in ganz Europa in Hecken und Gebüschen verwildert vorkommendes und in vielen Gegenden in großem Maßstabe angebautes Rhizomgewächs mit sehr lang werdenden schlingenden Stengeln und gegenständigen, handförmig gelappten Blättern, welche sammt dem kantigen Stengel sehr scharfhaarig sind. Männliche Blüten in end- und achselständigen Rispen, weibliche in gestielten kurzen Aehren, aus welchen die bekannten hängenden Hopfenzapfen hervorgehen. Letztere enthalten auf ihren blattartigen Schuppen (Deckblättern) und den darunter liegenden Früchtchen ein gelbliches Mehl, das Lupulin, jenen aromatischen Bitterstoff, der dem Bier sein Arom verleiht, weshalb die Hopfenzapfen für die Bierbereitung unentbehrlich sind. Aus diesem Grunde ist der Hopfen eine so wichtige Culturpflanze geworden. (a männliche, b weibliche zapfentragende Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr.; c männliche Blüte, d weiblicher Blütenstand, e einzelne weibliche Blüten, f Samen im Durchschnitt, vergr.)

Fig. 3. Der Hanf (Cannabis sativa) ist in Mittel- und Ostasien heimisch und wird wegen seiner vorzüglich haltbaren Gewebfasern fast überall, besonders in den Ländern der gemäßigten Zone angebaut. Er ist einjährig, die männliche Pflanze (Femelhanf) wird höher als die weibliche (Maskelhanf). Bei ersterer bilden die Blüten eine oft lange beblätterte Rispe, bei letzterer stehen sie gebüschelt in den Blattachseln. Die ganze Pflanze besitzt einen unangenehmen, fast betäubenden Geruch. Ihre Samen enthalten viel fettes, aber narkotisch wirkendes Oel. (a und b Stengelspitze der männlichen und weiblichen Pflanze, sehr verkl.; c männliche, d weibliche Blüte, e fruchttragende Schuppe, f Frucht im Durchschnitt, vergr.) Der als Decorationspflanze in den Gärten so häufig cultivirte Riesenhanf, dessen baumendick werdende Stengel gänzlich verholzen, ist blos eine große Form des gemeinen Hanfs und scheint mit der in Indien wild wachsenden Pflanze identisch zu sein.

Fam. 3. Maulbeerähnliche Gewächse (Moreae). Ein- oder zweihäusige Bäume und Sträucher, seltener Kräuter, bald mit, bald ohne Milchsaft. Blätter abwechselnd, einfach, ungetheilt oder handförmig gelappt, mit Nebenblättern. Männliche Blüten in gestielten Köpfchen, Aehren oder Kolben mit kelchartigem Perigon und 2—4 Staubgefäßen, weibliche in dichten Aehren oder auf einem kugeligen Receptaculum, mit kelchartigem Perigon oder hüllenlos und oberständigem Stempel; selten beiderlei Blüten auf oder in einem fleischigen Receptaculum vereinigt. Die kleinen einsamigen Schließ- oder Schlauchfrüchte des ganzen weiblichen Blütenstandes gewöhnlich durch die sie umhüllenden fleischig-saftig gewordenen und untereinander verwachsenen Perigone zu einem einzigen Fruchtkörper (Scheinfrucht) vereinigt oder innerhalb der hohlen oder concaven vergrößerten fleischigen Blütenstandsspindel (receptaculum) eingeschlossen. Samen mit oder ohne Eiweiß. — Die Moreen sind der Mehrzahl nach Bewohner der Tropenländer und der wärmern gemäßigten Zone.

Taf. 19, Fig. 4. Der gemeine Feigenbaum (Ficus Carica). Bei der Gattung Ficus sind die männlichen und weiblichen Blüten zusammen in einem birn- oder kreiselförmigen hohlen, am Scheitel durchbohrten Receptaculum eingeschlossen, welches aus einer Blattachsel entspringt und sich vergrößernd allmählich zur sogenannten Feigenfrucht wird, in deren breiigem Fleisch die eigentlichen Früchte (Schließfrüchtchen) als kleine Körner eingebettet liegen. Die Gattung der Feigenbäume ist eine sehr artenreiche; die meisten Arten kommen in den Tropenländern vor, wo sie an der Zusammensetzung des Waldes einen wesentlichen Antheil nehmen. Viele sind immergrüne Bäume, manche erreichen ein hohes Alter und eine riesige Größe, alle enthalten in den krautigen Theilen einen weißen Milchsaft. Der wegen seiner wohlschmeckenden und nahrhaften Scheinfrüchte seit den ältesten Zeiten angebaute gemeine Feigenbaum ist wahrscheinlich im Orient heimisch und kommt in den Mediterranländern überall verwildert vor. Man kennt von ihm eine große Anzahl von Ab- und Spielarten. (a fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b junges Receptaculum im Längsschnitt in nat. Gr., c weibliche Blüte, d dieselbe im Längsschnitt, e Keim, vergr.)

Fig. 5. Der Banianenbaum (Ficus religiosa) in Ostindien heimisch und dort seitens der Hindu für heilig gehalten, ist merkwürdig theils wegen der enormen Größe, welche er erlangt, theils und besonders wegen der aus dem Stamme und den Aesten entspringenden seilförmigen Luftwurzeln, welche erst unten wachsend endlich in den Boden eindringen und die breitästige Krone gleich Säulen stützen. Die Blätter dieses immergrünen Feigenbaums sind länglich elliptisch, die kugeligen ungenießbaren Früchte sitzen in Trauben, aus dem Milchsaft wird Kautschuk bereitet. — Ein Verwandter des Banianenbaums ist der so häufig als Gewächshaus- und Zimmerpflanze cultivirte Gummibaum (Ficus elastica), aus dessen Milchsaft ebenfalls Kautschuk gewonnen wird. Berühmt ist ferner die Sykomore (F. Sycomorus), im tropischen Afrika heimisch, aus deren leichtem, aber sehr dauerhaftem Holze die Särge der Mumien gefertigt sind und deren Scheinfrüchte ebenfalls gegessen werden können.

Fig. 6. Der Brotfruchtbaum (Artocarpus incisa), auf den Inseln des Stillen Weltmeers zu Hause und dort allgemein angebaut, ist eine einhäusige Pflanze mit eingeschnitten gelappten Blättern, deren männliche Blüten hängende Kolben bilden, während die weiblichen auf einem aufrechten kugeligen Receptaculum vereinigt sind. Aus dem weiblichen Blütenstand entsteht durch Verschmelzung der fleischig gewordenen Perigone die kugelige und kopfgroß werdende Scheinfrucht, welche das Hauptnahrungsmittel der Südseeinsulaner bildet, indem das markige Fleisch der noch unreifen Früchte gebacken eine brotähnliche Speise abgibt. Das weiche leichte Holz wird zu Kähnen benutzt und aus dem Bast werden Kleiderstoffe gemacht. (a blüten- und fruchttragender Zweig, sehr verkl. b männliche Blüte, schwach vergr.; c weibliche, d Frucht, e im Längsschnitt, nat. Gr.; g Scheinfrucht, i Abschnitt derselben, $^1/_8$ nat. Gr.) — Verwandte des Brotfruchtbaums sind der durch A. von Humboldt bekannt gewordene Kuhbaum (Galactodendron utile Columbiens, dessen Milchsaft trinkbar ist sowie der wegen seines höchst giftigen, brennend-scharfen Milchsafts seit Jahrhunderten berüchtigte Upasbaum auf Java (Antiaris toxicaria), bezüglich dessen Giftigkeit die übertriebensten Fabeln lange Zeit geglaubt worden sind.

Fig. 7. Der schwarze Maulbeerbaum (Morus nigra). Die bekannte Maulbeere ist ebenfalls durch Verschmelzung der Perigone der weiblichen Blüten aus dem kugeligen weiblichen Blütenstand hervorgegangene Scheinfrucht. Die Maulbeerbäume sind zwar häufige Gewächse und im tropischen und subtropischen

ſien heimiſch. Sie enthalten einen wäſſerigen Saft. ire männlichen Blüten ſtehen in Aehren. — Der ıwarze Maulbeerbaum ſoll aus Perſien ſtammen; trägt ſehr ſaftige, angenehm ſüßſchmeckende Schein- eren. (a männlicher Blütenſtand, b weibliche in nat. r., c männliche, d weibliche Blüte, vergr.; e heinfrucht, nat. Gr., f eigentliche Frucht, vergr.) ichtiger iſt der aus China ſtammende weiße Maul- erbaum (M. alba), weil deſſen Blätter das beſte tter für die gemeine Seidenraupe (Bombyx Mori) ſern. Deshalb wird dieſer nur mittelgroße Baum, ſien weiße Scheinfrüchte ſüß, aber fade ſchmecken, erall, wo Seidenraupenzucht getrieben wird, in oßem Maßſtabe angepflanzt.

Fig. 8. Dorsthenia Contrayerba, eine in aſilien wachſende krautige Pflanze, deren Rhizom ıher officinell war. Die Arten der Gattung Dor- ıenia, ſämmtlich perennirende Kräuter der heißen Zone, d dadurch ausgezeichnet, daß ihre männlichen und iblichen Blüten in die Oberfläche eines fleiſchigen, ı eine concave und gelappte Scheibe ausgebildeten ceptaculums eingeſenkt ſind, welches von einem grund- ndigen Stiel getragen wird. Die Dorſthenien ſind her die nächſten Verwandten der Feigenbäume, denn : Receptaculum unterſcheidet ſich von der Feige nur durch, daß es offen iſt. (a blütentragendes Receptа- lum in nat. Gr., b daſſelbe im Querdurchſchnitt, ein Stückchen mit einer weiblichen und einer männ- ben Blüte, vergr.)

Fam. 4. Rüſterartige (Ulmeae). Bäume mit Büſcheln geſtellten, vor dem Laubausbruch ſich ent- ickelnden polygamiſchen Blüten, aus deren ober- ändigem Fruchtknoten eine Flügelfrucht (einſamige, ın einem häutigen Flügelſaum umgebene Nußfrucht) ntſteht. Die wichtigſte und zugleich die einzige der ınigen, die gemäßigte Zone bewohnenden Gattungen, ın welcher in Europa Arten vorkommen, iſt die attung der Rüſtern oder Ulmen (Ulmus): Blätter wechſelnd, geſtielt, mit abfallenden Nebenblättern, attſpreite am Grunde ſchief, ungleich, am Rande ppelt geſägt, fiedernervig; Blüten mit glocken- ımigem, kelchartigem Perigon, Staubfäden vorſtehend, taubbeutel dunkelviolett, Fruchtknoten mit 2 langen ırben. Die Früchte reifen vor der Ausbildung der ätter. Samen ohne Eiweiß.

Taf. 19, Fig. 9. Der Flatterrüſter (Ulmus usa), ein im nördlichen Mitteleuropa heimiſcher, ch aber nicht häufiger und nur vereinzelt vorkom- ıender Waldbaum, unterſcheidet ſich durch die lang ſtielten, lockere, unregelmäßige Büſchel bildenden Blü- ı und die kleinen hängenden Früchte mit am Rande wimpertem Flügel von dem viel häufigern Berg- ſter oder gemeinem Rüſter (U. montana und m Feldrüſter (U. campestris). Beide haben faſt ıende Blüten und Früchte, welche deshalb dichte, lbkugelige Büſchel bilden und viel größere kahle üchte. Der Bergrüſter iſt in den Gebirgen Mittel- ropas und in ganz Nordeuropa zu Hauſe und durch ınne, aber ſehr ſcharfhaarige Blätter ausgezeichnet, ihrend der mit dieſem oft verwechſelte Feldrüſter, lcher dicke, aber oberſeits glatte Blätter beſitzt, dem üden Europas angehört und ſich nordwärts nur bis eſterreich erſtreckt. Jedoch iſt eine Varietät deſſelben, gen ihrer korkigen Rinde als Korkrüſter bezeich- t, bis nach Schweden verbreitet. (a blühender und blätterter, b fruchttragender Zweig des Flatterrüſters ½ nat. Gr., c Staubbeutel, d männliche Blüte, Frucht, vergr.; f Frucht des Bergrüſters in nat. r.; g Durchſchnitt des Samens, vergr.)

IV Ordnung der Spinatartigen oder Gemüſe- pflanzen (Oleraceae). Kräuter, ſelten Sträucher und Halbſträucher mit einfachen Blättern und mit ver- ſchieden angeordneten Zwitter-, ſelten eingeſchlechtigen Blüten, welche ſtets ein regelmäßiges Perigon beſitzen. Fruchtknoten oberſtändig, Frucht verſchieden, oft vom ſtehenbleibenden Perigon umgeben, Samen mit Eiweiß und meiſt excentriſch darin gelegenem Keim.

Fam. 1. Knöterichgewächſe (Polygoneae). Blät- ter meiſt abwechſelnd, am Grunde mit häutigen Neben- blättern, welche oft in eine aufrechte, den Stengel umfaſſende, cylindriſche oder trichterförmige Tute (Ge- lenkſcheide, Stiefelchen) verwachſen ſind. Stengel und Aeſte oft knotig-gegliedert. Blüten meiſt zwitterlich, in Aehren, Quirlen oder Trugdolden, ſelten einzeln mit oft corolliniſch gefärbtem Perigon. Staubgefäße perigyniſch oder einer hypogyniſchen Scheibe eingefügt, frei. Ein einziger Stempel, aus deſſen einfächerigem Fruchtknoten eine einſamige, zuſammengedrückte oder eckige, bisweilen geflügelte Scheinfrucht entſteht, deren Same ein mehliges Eiweiß beſitzt. — Die Polygoneen ſind über die ganze Erde verbreitet.

Taf. 19, Fig. 10. Der Sauerampher (Rumex Acetosa), bekannte, auf Wieſen und in Grasgärten wachſende Rhizompflanze, deren ſaftige Stengel und Blätter angenehm ſäuerlich ſchmecken und jung als ſpinatähnliches Gemüſe benutzt werden können. Häu- figer macht man eine ſolche Verwendung von den Blättern des ſogenannten engliſchen Spinats (R. Patientia), welcher viel größer als der gemeine Sauer- ampfer wird und bezüglich ſeiner Blätter dem überall auf Schutt und bebautem Boden vorkommenden ſtumpfblätterigen Ampher (R. obtusifolius) gleicht, deſſen Rhizom officinell iſt. Die Gattung Rumex zeichnet ſich durch ihr aus 6 in 2 alternirende Kreiſe geſtellten Blättern beſtehendes Perigon aus, deſſen innere ſtets größere Blätter nach der Blütezeit ſich noch vergrößern und in ſogenannte Klappen verwan- deln, welche, indem ſie ſich emporſchlagen, die drei- kantige Frucht umhüllen. Die 3 äußern Perigon- blätter ſchlagen ſich häufig abwärts (Fig. c). Die Blüten ſtehen in oft riſpig gruppirten Quirlähren. Bei manchen Arten, wie z. B. dem gemeinen Sauer- ampher, ſind die Blüten eingeſchlechtig und zweihäuſig (a männliche Blüte ohne Staubgefäße, b Staubgefäß, c fruchttragende, d weibliche Blüte, vergr.).

Fig. 11. Der Buchweizen oder das Heidekorn (Polygonum Fagopyrum), eine einjährige, aus dem weſtlichen Aſien ſtammende Culturpflanze, welche wegen ihrer mehlreichen Samen auf Sandboden, wo ſie am beſten gedeiht, in Nord- und Mitteleuropa häufig an- gebaut wird, hat, gleich allen übrigen Knöterichen (Polygonumarten), einen knotigen, an den Knoten mit Gelenkſcheiden verſehenen Stengel, unterſcheidet ſich aber von den meiſten Knöterichen durch die herzpfeil- förmigen Blätter und die in kurze ſtraußförmig grup- pirte Trauben geordneten Blüten, welche ein röthlich- weißes Perigon, 8 Staubgefäße und einen dreitheiligen Griffel beſitzen. (Abgebildet: die ganze Pflanze, verkl., a Blüte, b Frucht, c dieſe im Querſchnitt, vergr.)

Fig. 12. Der Garten-Rhabarber (Rheum un- dulatum). Die Gattung Rheum unterſcheidet ſich von der ihr zunächſt ſtehenden Gattung Rumex durch das einreihig-ſechsblätterige Perigon, 9 Staubgefäße und die dreikantige, an den Rändern geflügelte, vom Peri- gon nicht umhüllte Frucht. Ihre Arten ſind ſtattliche, perennirende Stauden mit fleiſchig-ſaftigen Rhizomen, daumensdicken, oft über mannshohen Stengeln, großen Blättern und mächtigen, aus blütenreichen Quirlähren zuſammengeſetzten Straußriſpen. Faſt alle Arten wachſen in den Gebirgen Mittelaſiens, viele in Sibi-

rien. Zu letztern gehört der wegen seiner großen weißen Sträuße und schön gewellten Blätter als Decorationspflanze so häufig cultivirte Garten-Rhabarber (abgebildet: ein Blatt und ein Rispenzweig, ersteres sehr verkl.). Die fingerdicken saftigen Stiele der grundständigen Blätter dieser und anderer Arten (besonders von Rh. Emodi) können wie Spargel zubereitet werden. — Die officinelle Rhabarberwurzel kommt von einer noch nicht bekannten chinesischen Art. Lange hat man den in Tibet und Nepal heimischen handblätterigen Rhabarber (Rh. palmatum), von dem Fig. 1 auf Taf. 20 ein sehr verkleinertes Bild gibt (a Blüte, b Stempel, c Frucht in nat. Gr.), für die Stammpflanze dieser wichtigen Drogue gehalten.

Fam. 2. Melde nartige Gewächse (Chenopodiaceae). Kräuter, Halbsträucher und Sträucher mit abwechselnden, nebenblattlosen, einfachen, fetten oder saftigen Blättern und kleinen unscheinbaren, knaulförmig angeordneten Blüten, welche ein kelchartiges Perigon, 3—5 Staubgefäße und einen freien Stempel besitzen. Das nach der Blütezeit stehen bleibende und sich vergrößernde Perigon umhüllt gewöhnlich vertrocknet oder fleischig oder holzig geworden die kleine einsamige Schlauchfrucht. Seltener ist die Frucht beerenartig. Samen meist zusammengedrückt rund, mit mehligem Eiweiß und gekrümmtem, das Eiweiß umschließendem Keim. Die Blütenknäuel sind oft zu langen schweifartigen Rispen gruppirt, seltener stehen sie einzeln in den Blattachseln. — Die Chenopodiaceen sind besonders in der gemäßigten Zone zu Hause und lieben fetten bebauten, viele auch salzhaltigen Boden, Sand und Schutt. Viele treten daher als Unkräuter und Schuttpflanzen (z. B. die Melden) oder als Salzsteppengewächse auf. Von bekannten Culturpflanzen gehören hierher der Spinat (Spinacia oleracea), die Gartenmelde (Atriplex hortensis) und die Runkelrübe (Beta vulgaris).

Taf. 20, Fig. 2. Der Erdbeerspinat (Blitum virgatum), einjährige, in Südeuropa heimische Pflanze mit ästigem Stengel, dessen Zweige zuletzt ruthenförmig verlängert sind und dann auf dem Boden niedergestreckt zu liegen pflegen, besitzt achselständige Blütenknäuel, welche sich in rothe erdbeerförmige süßlich schmeckende Scheinbeeren verwandeln, indem die Perigone fleischig werden und gegenseitig verschmelzen. Die fruchttragende Pflanze sieht hübsch aus, weshalb der Erdbeerspinat bisweilen zur Zierde angebaut wird. Seine Blätter können wie Spinat benutzt werden. (a ganze Pflanze, sehr verkl.; b Blatt mit einer Scheinfrucht in nat. Gr., c, d Frucht und Samen, vergr.)

Fam. 3. Amarantartige Pflanzen (Amarantaceae). Unterscheiden sich von der vorhergehenden Familie durch das trockenhäutige, bald gefärbte, bald bleiche oder grünliche Perigon, welches ebenfalls stehen bleibt, und die mit je 3 häufig gefärbten Deckblättern versehenen Blüten, welche sehr klein und theils zwitterlich, theils eingeschlechtig (meist polygamisch) sind. Frucht oft ringsum aufspringend (Büchsenfrucht), häufiger eine gewöhnliche Schlauchfrucht, selten beerenartig. — Die Amarantaceen sind Bewohner der warmen und gemäßigten Zone beider Hemisphären. Sie haben uns eine Anzahl schöner Zierpflanzen geliefert, wie die Fuchsschwanzarten (Amarantus), den Hahnenkamm (Celosia cristata) und den Kugelamarant (gomphrena globosa).

Taf. 20, Fig. 3. Der Garten-Fuchsschwanz (Amarantus caudatus), einjährige, aus Asien stammende Zierpflanze mit zahllosen kleinen braunrothen Blüten, welche im Verein mit ebenso gefärbten spelzenähnlichen Deckblättchen dicht gedrängt eine dicke lange schwere Rispe am Ende des Stengels bilden, aus dessen Blattachseln kleinere Blütensträuße hervorwachsen. a ganze Pflanze, sehr verkl., b Blüte, c aufgesprungene Büchsenfrucht, d Samen im Durchschnitt; vergr.

Fam. 4. Kermesbeerartige Pflanzen (Phytolaccaceae). Saftvolle Stauden oder Sträucher oder Bäume mit abwechselnden ganzrandigen Blättern, ährig oder traubig angeordneten Zwitterblüten, welche aus einem kelchartigen, inwendig corollinisch gefärbten Perigon, 4—10 freien Staubgefäßen und einem oberständigen, aus vielen einfächerigen, wirtelförmig gestellten Carpellen zusammengesetzten Fruchtknoten bestehen. Spaltfrucht mit einsamigen, bald beerigen, bald schlauchfrucht-, bald flügelfruchtartigen Theilfrüchtchen. Samen mit mehligem, vom Embryo umgebenem Eiweiß. — Gewächse der tropischen und subtropischen Zone beider Hemisphären.

Taf. 20., Fig. 9. Die gemeine Kermesbeere (Phytolacca decandra), aus Nordamerika stammend, in Südeuropa verwilderte Staude mit über mannshoch werdenden Stengeln, großen schönen Blättern und fleischfarbigen Blüten. Die schwarzen Beeren enthalten einen blutigrothen scharfen abführenden Saft, welcher in der Färberei und (in Amerika) zur Schminkefabrikation benutzt wird. Das Kraut ist oder war officinell. Von einer andern neuerdings bekannt gewordenen Art, der eßbaren Kermesbeere (Ph. esculenta), können die Blätter als spinatähnliches Gemüse benutzt werden. (a blühender Zweig der genannten K. in 1/8 nat. Gr., b Trauben in nat. Gr., c Blüte, d Einzelbeere, e dieselbe im Durchschnitt; vergr.)

V. Ordnung der Thymeläen (Thymelaeae). Bäume und Sträucher mit einfachen meist ausdauernden lederartigen Blättern und zwitterlichen selten eingeschlechtigen Blüten, welche ein regelmäßiges verwachsenblättriges corollinisches Perigon besitzen. Aus dem oberständigen Fruchtknoten entwickelt sich eine Beere, Steinfrucht oder ein Nüßchen.

Fam. 1. Lorbergewächse (Laurineae). Bäume der wärmern Zonen, wo sie besonders in Gebirgswäldern vorkommen, mit nebenblattlosen lederartigen ganzrandigen Blättern und trauben-, ähren-, dolden- oder rispenförmig angeordneten Blüten, deren Perigon aus 2 Reihen (4—6) unter sich verwachsener Blätter besteht. Staubgefäße auf einer fleischigen den Grund des Perigons bildenden Scheibe, perigynisch, in vielen, mit nach oben verbreitertem, im untern Theil oft 2 große Drüsen tragendem Filament und 4fächerigem Staubbeutel, dessen Fächer sich mit Klappen öffnen. Beere oder Steinfrucht, von dem verdickten Blütenstiel oder dem erweiterten Diskus der Blüte oder vom stehenbleibenden Perigon napfförmig umgeben. Samen ohne Eiweiß.

Taf. 20, Fig. 4. Der Zimmtbaum (Cinnamomum zeylanicum), auf Ceylon und in Ostindien heimisch, liefert die echte Zimmtrinde, wird bis 30 Fuß hoch. Die gelblichen Blüten sind wohlriechend, die reifen Beeren schwarz. Aus den Blättern wird das Gewürznelkenöl destillirt. (a blühender Zweig in 1/8 nat. Gr., b zwei Blüten in nat. Gr.; c Staubfadenbündel, d, e Staubgefäße, vergr.; f Frucht in nat. Gr. Eine schlechtere aber häufiger gebrauchte Sorte ist die Zimmtrinde, der Kaneel, kommt von dem in China und Cochinchina wachsenden Cinnamomum Cassia.

Fig. 5. Die Alligatorbirne (Persea gratissima), ein schöner Baum Westindiens und des tropischen Südamerika, wo er auch viel angebaut wird, ist besonders wegen der eßbaren Frucht bemerkenswerth, welche die Form einer Birne hat und oft die Größe

es Kopfes eines neugeborenen Kindes erreicht. Ihr
piſchen der gelben oder braungrünen Schale und
em harten großen ſteinkernähnlichen Samen befindliches
aſſes, von grünen Adern durchzogenes, butterähn-
ches Fleiſch wird in den genannten Ländern allgemein
s Obſt genoſſen. Die Samen enthalten einen erſt
eißen, dann an der Luft blutroth werdenden Saft.
Blütenſtand, b Blatt, beide in $^1/_2$ nat. Gr.; darüber
lüte, c Stempel, f Staubgefäß, vergr., d Frucht,
dieſelbe im Querſchnitt in $^1/_4$ nat. Gr.)

Fig. 6. Der gemeine Lorber (Laurus nobilis), Gebirgswäldern Südeuropas, Nordafrikas und der anariſchen Inſeln wachſender Baum mit gelblichweißen, ohlriechenden Blüten und blauſchwarzen Beeren. lätter und Beeren ſind officinell, dienen auch als ewürz. Die Zweige benutzt man zu Kränzen, welche it den älteſten Zeiten als Ehrenzeichen für Krieger, ichter und Künſtler gedient haben. (a, b blüten- nd fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., c männ- che, d weibliche Blüte, e Staubgefäße, vergr.)

Zu den Laurineen gehören ferner der im ſüdöſtlichen ſien heimiſche Kampherbaum (Camphora officinarum), us deſſen Holz der Kampher durch Deſtillation ge- ommen wird, und der amerikaniſche Saſſafrasbaum aſſafras officinale), deſſen knorrige Wurzel das fficinelle Saſſafrasholz und die Saſſafrasrinde liefert.

Fam. 2. Muskatbäume (Myristiceae). Dieſe amilie beſteht blos aus der den Tropenländern ange- örenden Gattung Myristica. Immergrüne Bäume nd Sträucher, den Laurineen ähnlich, von denen ſie ch namentlich durch ihre Frucht unterſcheiden, deren eiſchige Hülle mit 2, ſeltener 4 Klappen aufſpringt nd deren einziger große Same von einem zerſchlitzten leiſchigen Samenmantel umgeben iſt und einen roßen gefalteten Eiweißkörper enthält. Blüten einge- hlechtig, zweihäuſig, Staubgefäße verwachſen. Stempel berſtändig.

Taf. 20, Fig. 7. Der gemeine Muskatnußbaum (Myristica moschata), ein ſchöner, bis 70 Fuß öhe erreichender Baum der öſtlichen Inſeln des ndiſchen Archipels, wo er noch jetzt große Wälder ildet, liefert die Muskatnuß und Muskatblüte. Erſtere t der aus dem Samen herausgeſchälte und getrocknete iweißkörper, letztere der getrocknete (im friſchen Zuſtande harlachrothe) Samenmantel. Die Blätter und Früchte nd blaßgelb, letztere über 2 Zoll dick. Aus den amenkernen werden das Muskatöl und die Muskat- utter bereitet. (a blüten-, b fruchttragender Zweig $^1/_3$ nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüte, auf- eſchnitten, in nat. Gr.; e Keim, vergr.)

Fam. 3. Kellerhalsähnliche Gewächſe (Daphnoideae). Sträucher oder kleine Bäume, ſelten Kräuter it zerſtreuten oder gegenſtändigen nebenblattloſen anzrandigen Blättern und meiſt zwitterlichen, einzeln- ehenden oder in Büſchel, Aehren, Köpfchen gruppirten lüten, welche ein verwachſenblätteriges corolliniſch ge- irbtes Perigon, 2—10 der Perigonröhre eingefügte taubgefäße und einen oberſtändigen Stempel beſitzen. inſamige Stein- oder Nußfrucht, Same mit ſpärlichem iweiß und geradem Keim. — Die Daphnoideen ſind urch die wärmere gemäßigte und ſubtropiſche Zone, amentlich der ſüdlichen Halbkugel, verbreitet, in der ältern gemäßigten Zone kommen nur wenige Arten vor.

Taf. 20, Fig. 8. Der Kellerhals (Daphne Mezereum), ein in Wäldern Mitteleuropas auf iſchem brauchbaren Boden wachſender und häufig als iergehölz cultivirter Strauch, der ſeine purpurrothen ohlriechenden, aus Seitenknospen der Zweige hervor- ehenden Blüten im erſten Frühling vor der Ent- altung der Blätter öffnet. Die ſcharlachrothen beeren- artigen Steinfrüchte reifen im Spätſommer und enthalten einen brennendſcharfen blaſenziehenden Saft, der ſich auch in der weichen Rinde der jüngern ruthenförmigen Zweige findet. Dieſe wird deshalb als „Seidelbaſt" zu Fontanellen verwendet. (a blühender und fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., c Staubgefäß, d Fruchtknoten im Längsſchnitt, vergr., h Steinkern, f Frucht, b Blüte, aufgeſchnitten, nat. Gr., g Same im Durchſchnitt, etwas vergr.)

VI. Ordnung der Schlangenwurzähnlichen (Serpentariae). Rhizomgewächſe oder Sträucher mit abwechſelnden einfachen Blättern und zwitterlichen und eingeſchlechtigen Blüten, welche ein corolliniſches Perigon beſitzen und deren Staubgefäße entweder unter ſich in einer Mittelſäule oder mit dem Griffel verwachſen ſind. Frucht eine mehrfächerige vielſamige Kapſel, ſelten Beere. Samen mit Eiweiß und geradem Keim.

Fam. 1. Kannenträger (Nepentheae). Die einzige Gattung dieſer Familie (Nepenthes) beſteht aus in Java und Madagaskar heimiſchen Halbſträuchern und Sträuchern mit niederliegenden oder rankenden Aeſten, deren nebenblattloſe Blätter einen ſtengelumfaſſenden, blattartig verbreiteten, in eine Ranke auslaufenden Stiel beſitzen, welcher an ſeinem Ende oft einen durch die deckelartig ausgebildete Blattſpreite genau verſchließbaren Schlauch trägt. Dieſer mit ſeiner Mündung ſtets nach oben gekehrte, oft mehrere Zoll lange Schlauch füllt ſich auf eine noch nicht hinreichend erklärte Weiſe während der Nacht, wo der Deckel aufliegt, mit trinkbarem Waſſer. Deshalb werden dieſe merkwürdigen in Sümpfen wachſenden Pflanzen zu einer großen Wohlthat für die Reiſenden in jenen heißen Gegenden. Die Blüten ſind eingeſchlechtig, klein, in Aehren, Trauben oder Riſpen geſtellt und unſcheinbar, die Schläuche dagegen oft prächtig gefärbt. Das Perigon iſt vierblätterig, die Staubgefäße ſind verwachſen (ihre Beutel bilden ein Köpfchen), der Fruchtknoten iſt frei, oberſtändig, die Frucht eine lederartige, vierfächerige, an den Nähten aufſpringende Kapſel.

Taf. 20, Fig. 10. Der gemeine Kannenträger (Nepenthes destillatoria) aus Ceylon. (Ein ſchläuchetragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fam. 2. Oſterluzeigewächſe (Aristolochiaceae). Stauden mit kriechendem oder knolligem Rhizom oder kletternde Sträucher. Blätter zweizeilig, einfach, breit, ganzrandig, bald mit einem bald ohne Nebenblatt. Blüten achſelſtändig, einzeln oder gebüſchelt oder traubig, mit unterſtändigem Fruchtknoten und oft ſeltſam geformtem röhrigen zweilippigen ſeltener regelmäßigen Perigon. Staubgefäße 6—12, meiſt auf die Staubbeutel reducirt, und an den kurzen dicken fleiſchigen, von einer ſtacheligen Narbe gekrönten Griffel angewachſen, ſelten frei. Frucht kapſel-, ſeltener beerenartig, drei- bis ſechsfächerig, vielſamig. — Die Ariſtolochiaceen bewohnen der Mehrzahl nach das tropiſche Südamerika, die übrigen ſind durch das tropiſche Aſien, die Mediterranzone und das gemäßigte Europa und Nordamerika zerſtreut.

Taf. 20, Fig. 11. Die gemeine Oſterluzei (Aristolochia Clematitis), ein perennirendes, in Mitteleuropa heimiſches, früher officinelles Kraut mit gelblichen Blumen. (Blütentragender Theil des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr., b Fruchtknoten mit dem aufgeſchnittenen bauchigen Theil des Perigons, c Narbe von oben mit den 6 an den Griffeln angewachſenen Staubbeuteln, vergr.)

Fig. 12. Der Pfeifen- oder Tabackspfeifenſtrauch (Aristolochia Sipho), aus Nordamerika ſtammendes Schlinggewächs mit großen ſchönen herzförmigen Blättern, welches in unſern Gärten allgemein zu Lauben und Wandbekleidungen verwendet wird, hat ſeinen

Namen von der an einen Tabakspfeifenkopf erinnernden Form seiner grünlichen Blumen erhalten. (a Blatt, sehr verkleinert, darunter eine Frucht in nat. Gr., b Blütenstand verkl., c Blume im Längsschnitt, nat. Gr., d Griffel und Staubbeutel, e Fruchtknoten im Querschnitt, f Same; vergr.)

Zu der Gattung Aristolochia gehört auch die nordamerikanische Pflanze, welche die officinelle Schlangenwurzel liefert (Aristolochia Serpentaria), sowie die in unsern Wäldern vorkommende, im ersten Frühling blühende Haselwurz (Asarum europaeum), ein niedriges Kraut mit gestielten nierenförmigen Blättern und einzelnstehenden braunen aromatischen Blüten von regelmäßiger Bildung, welche 12 freie Staubgefäße enthalten.

Zweite Unterklasse.

Dikotyledonen mit ganzblätteriger Blumenkrone (Gamopetalae).

Blüten in der Regel mit doppelter Hülle, Kelch und Blumenkrone, letztere immer, ersterer oft verwachsenblätterig.

I. Ordnung der Haufblütler (Aggregatae). Blüten klein, zahlreich, in Köpfchen oder dichtblütige gabeltheilige Trugdolden zusammengedrängt. Fruchtknoten unterständig, Kelch rudimentär, kleine einsamige nicht aufspringende Schalfrucht, Samen mit oder ohne Eiweiß. — Kräuter, Sträucher, selten Bäume mit einfachen nebenblattlosen Blättern.

Fam. 1. Baldriangewächse (Valerianeae). Rhizomgewächse, selten einjährige oder halbstrauchige Pflanzen, mit gegenständigen ganzen oder fiedertheiligen Stengel- und Ästblättern und in zusammengesetzte gabeltheilige, oft büschel- oder köpfchenförmige Trugdolden gestellten, meist zwitterlichen Blüten. Kelch als gezähnter oder einwärts gerollter Saum entwickelt, Blumenkrone röhrig oder trichterförmig, bisweilen mit fast zweilippigem Saume oder am Grunde gespornt, Staubgefäße 1—3 in der Röhre der Blumenkrone eingefügt. Fruchtknoten dreifächerig mit 2 leeren Fächern und einem fadenförmigen Griffel. Schalfrüchtchen oft von den in federige Borsten auswachsenden Kelchzähnen gekrönt. Samen ohne Eiweiß. — Die Valerianeen sind über die ganze Erde verbreitet, doch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel, namentlich in den Mittelmeerländern und dem tauriſch-kaukasischen Gebiet zu Hause.

Taf. 21, Fig. 1. Der gemeine Baldrian (Valeriana officinalis), eine perennirende, an Bach-, Fluß- und Teichufern sowie auf feuchtem Gerölle freier Bergkuppen in fast ganz Europa vorkommende Pflanze, deren aromatisches Rhizom als wirksames Heilmittel gegen Krämpfe und andere Krankheiten von alters her officinell ist. Blüten röthlichweiß, aromatisch, in großen schirmförmigen Trugdolden. (a, b ganze Pflanze, sehr verkl., c Fruchtknoten mit Kelch, d Frucht mit dem zur Federkrone ausgewachsenen Kelche, e Blüte, vergr.) — Zu den Valerianeen gehört auch der in vielen Gegenden Deutschlands angebaute Rapünzchensalat (Valerianella olitoria), ein kleines einjähriges Kraut mit wiederholt gabeltheiligen Stengeln, kleinen bläulichen Blüten und Früchtchen ohne Federkrone, welches auf Äckern als Unkraut wächst. Benutzt werden die büschelförmig gestellten länglichen saftigen Grundblätter.

Fam. 2. Kardenartige Gewächse (Dipsaceae). Kräuter und Halbsträucher mit gegenständigen Blättern, welche häufig fieder- oder leierförmig getheilt sind. Blüten zwitterlich, gewöhnlich in ein Blütenkörbchen gestellt (s. oben S. 12), eine jede mit einer besondern den Fruchtknoten eng umschließenden, der Länge nach gefurchten oder grubig durchbrochenen Hülle (involucellum) versehen. Kelch rand- oder becherförmig, sein Saum oft in 4—5 lange Borsten ausgedehnt. Blumenkrone röhrig oder trichterförmig, mit unregelmäßigem vier- oder fünfspaltigen Saume. Staubgefäße 4, dem Grunde der Blumenkronenröhre eingefügt, frei. Schließfrucht von dem Involucellum umschlossen, Same mit Eiweiß. — Gewächse der gemäßigten und subtropischen Zone beider Hemisphären. Zu ihnen gehört die Gattung Knopfblume (Scabiosa), von deren Arten mehrere auf unsern Wiesen und Feldern vorkommen (z. B. Sc. arvensis, Sc. succisa, der Teufelsabbiß). Die Familie ist benannt nach der Gattung der Kardendisteln (Dipsacus), meist zweijährigen Kräutern, deren Blätter und Stengel oft stachelig sind.

Taf. 21, Fig. 2. Die Weberkarde (Dipsacus fullonum). Die länglichen Blütenköpfe dieser aus dem Orient stammenden Pflanze werden wegen ihrer nach der Blütezeit verholzenden und dann steifen Deckblätter (Spreublätter), die zwischen den Blüten vorragen und diese überragen, zum Aufkratzen oder sogenannten „Kardätschen" der rohen Wolle gebraucht, weshalb diese Pflanze in vielen Gegenden angebaut wird. a gebildet: der obere Theil des blühenden Stengels, a Köpfchen, durchgeschnitten, in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte, c Blumenkrone, d Griffel, e, f Fruchtknoten, g Frucht mit dem Hüllchen, g Frucht allein in nat. Gr.

Fam. 3. Korbblütler (Compositae). Kräuter, seltener Halbsträucher, Sträucher oder gar Bäume mit abwechselnden, selten gegen- oder quirlständigen einfachen nebenblattlosen Blättern und in Blütenkörbchen gestellten Blüten, welche bald alle Zwitterblüten sind und dann Blumenkronen von gleicher Form besitzen, bald geschlechtig oder polygamisch. In letzterm Falle haben die Randblüten gewöhnlich eine anders geformte Blumenkrone als die übrigen das Receptaculum bedeckenden Blüten (Scheibenblüten). Kelch rudimentär, als haarige, federiger, borstiger, schuppiger oder spreublätteriger Kelch ausgebildet, oft nach der Blütezeit sich vergrößernd und auf der kleinen einsamigen Schließfrucht (Achäne) als Flugorgan (Samenkrone) stehenbleibend. Blumenkrone röhrig, trichterförmig, zungenförmig oder zweilippig. Staubgefäße 5, Filamente der Blumenkronenröhre eingefügt, frei. Staubbeutel in einen Cylinder verwachsen, durch welchen bei Zwitterblüten der fadenförmige Griffel hindurchgeht; Narben 2, behaart. Blütenkörbchen mit sehr verschieden geformter Bracteenhülle (Korbhülle, Hüllkelch, gemeinschaftlicher Kelch), und scheiben-, halbkugel-, kegel- oder walzenförmigem, convexem oder ebenem, nackten oder spreublätterigem Fruchtboden (receptaculum), bald einzeln an der Spitze des Stengels, bald traubig, doldentraubig, trugdoldenförmig oder rispig gruppirt. — Die Compositen sind die größte Familie des Gewächsreichs und über die ganze Erde durch alle Zonen und Regionen verbreitet, in größter Menge jedoch auf den Inseln und Gebirgen der tropischen und subtropischen Zone, nächstdem in der gemäßigten Zone, besonders Nordamerikas vorhanden. Man kennt ungefähr 10000 Arten. Sie zerfallen in mehrere Unterfamilien und eine große Zahl von Gruppen und Untergruppen.

a. Röhrenblütler (Tubuliflorae). Alle oder wenigstens die Scheibenblüten röhrig-trichterig, Randblüten wenn eingeschlechtig oder geschlechtslos, mit unregelmäßiger oder unregelmäßig trichterförmiger Blumenkrone, einen Strahl (radius) bildend. Die große Abtheilung, zerfällt in fünf Hauptgruppen.

Taf. 21, Fig. 3. Die Feldkamille (Matricaria Chamomilla), bekannte einjährige Arzneipflanze, welche

s Unkraut unter der Saat in fast ganz Europa vor-
mmt, einen weißen Strahl und eine gelbe Scheibe
sitzt und sich von ähnlichen Arten durch den kegel-
rmigen nackten, inwendig hohlen Fruchtboden unter-
eidet. (a die ganze Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr.,
Scheiben- c Strahlblüte, d Stempel, e Korbhülle
d Fruchtboden, g Frucht, h im Querschnitt, vergr.;
Blatt in nat. Gr.)

Fig. 4. Das Wohlverleih (Arnica montana),
isdauerndes, auf moorigen Wiesen Mitteleuropas,
sonders in Gebirgsgegenden wachsendes, heilkräftiges
raut mit ansehnlichem Blütenkörbchen und goldgelben
trahl- und Scheibenblüten. (a die ganze Pflanze in $^1/_3$
t. Gr., b Scheibenblüte, vergr.; c Strahlblüte in nat.
r., d Narbe, e ein Drüsenhaar des Stengels, vergr.)

Fig. 5. Der Huflattich (Tussilago Farfara), aus-
uerndes, auf thonigem oder mergeligem feuchten Boden
ganz Europa vorkommendes Kraut, welches im ersten
rühling blüht und ebenfalls eine Arzneipflanze ist.
lütenkörbchen auf weißfilzigen mit grünlichen Schuppen
esetzten Stengeln, welche sich vor den grundständigen,
nterseits weißfilzigen Blättern entwickeln, Strahl- und
cheibenblüten goldgelb, erstere mit sehr schmaler Zunge.
a blühende Pflanze in $^1/_2$, b blättertragende in $^1/_3$
t. Gr., c Korbhülle und Fruchtboden, d Strahl-,
Scheibenblüte, vergr.)

Fig. 6. Das Gänseblümchen, Maßliebchen
Bellis perennis), allgemein verbreitete, perennirende
Pflanze der Wiesen und Grasplätze von Mittel- und
Nordeuropa, auch in Südeuropa als Gebirgspflanze
vorkommend, blüht fast das ganze Jahr. Scheiben-
lüten gelb, Zungen der Strahlblüten weiß, oft mit
rothen Spitzen. Eine Gartenvarietät, bei welcher alle
Blüten in Zungenblüten von weißer oder rother Farbe
umgewandelt sind, ist das sogenannte Tausendschön
oder Sammtröschen. (Ganze Pflanze in nat. Gr.,
Blütenkörbchen senkrecht durchschnitten, b Scheiben-
lüte, c Strahlblüte mit abgeschnittener Zunge, vergr.)
— Dem Gänseblümchen ähnlich, aber viel größer
n allen Theilen, ist die weiße Wucherblume
Leucanthemum vulgare), auch Käseblume, große
Maßlieb, Johannisblume, Orakelblume
genannt, welche auf Wiesen und Aeckern wächst und
deren weiße Strahlblüten von den Mädchen als Liebes-
orakel benutzt werden.

Fig. 7. Der Wermut (Artemisia Absynthium).
Die artenreiche Gattung Artemisia hat kleine traubig
und rispig angeordnete Blütenkörbchen ohne Strahl,
deren Randblüten fadenförmig und weiblich zu sein
pflegen, während die zwitterlichen Scheibenblüten eine
röhrig-trichterförmige Gestalt besitzen. Seltener sind
alle Blüten von letzterer Form und zwitterlich, z. B.
bei denjenigen Arten, deren kleine noch unaufgeblühte
Körbchen im zerriebenen Zustand den sogenannten
Wurmsamen (Flores Cinae) bilden, welcher gegen
Eingeweidewürmer, besonders gegen den Spulwurm
angewendet wird. Diese Arten wachsen im westlichen
Asien, in Südeuropa und Nordafrika. Diejenige Art,
welche den echten levantinischen Wurmsamen liefert
(A. Cina) wächst in Turkestan. Eine in Mittel- und
Nordeuropa sehr verbreitete Art ist der gemeine
Beifuß (A. vulgaris), dessen Rhizom für ein Mittel
gegen Epilepsie gilt. Seine handförmig-fiedertheiligen
Blätter sind oberseits kahl und dunkelgrün, unterseits
weißfilzig. Dadurch und durch die kleinen länglichen
aufrechten, braune Blüten enthaltenden Körbchen unter-
scheidet sich diese Art von dem viel niedrigern Wer-
mut, dessen Blätter auf beiden Seiten graufilzig sind,
und dessen halbkugelige hängende Körbchen gelbe Blüten
enthalten. Diese in Mittel- und Südeuropa auf Sand-
boden vorkommende und häufig angebaute Pflanze ist
in allen Theilen sehr bitter und deshalb als magen-
stärkendes Mittel bekannt. Ihre Blütenkörbchen und
Blätter werden zur Bereitung des namentlich in
Frankreich sehr beliebten Absynthliqueurs benutzt.
(a blütentragende Spitze des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr.,
b Blatt in nat. Gr., c Blütenkörbchen, d Frucht-
boden mit einer Strahl- und einer Scheibenblüte, vergr.)
Andere, als Küchenkräuter benutzte, aus Asien stammende
Arten sind der Drachant oder Dragun (A. Dracun-
culus) und die Eberraute (A. Abroatanum). Letztere
ist ein Strauch.

Fig. 8. Die Eberwurz (Carlina acaulis), eine auf
trockenen kalkigen Hügeln in Mittel- und Südeuropa
wachsende, distelartige Pflanze, gehört wie alle soge-
nannten Disteln (Arten der Gattungen Carduus,
Cirsium, Onopordon u. a.) zu der Gruppe der Cynareen
oder artischokenähnlichen Compositen, welche sich durch
knotige Verdickung des Griffels und meist aneinander-
liegende, einen keulenförmigen Körper bildende Narben
auszeichnen und gewöhnlich lauter röhrige Zwitter-
blüten in jedem Blütenkörbchen haben. Bei der Gattung
Carlina sind die innersten Blätter des Hüllkelches als
zungenförmige, weiße oder gelbe glänzende, blumen-
blattartige aber steife trockene Schuppen ausgebildet,
welche einen Strahlenkranz um jedes Körbchen herum
bilden. Die Eberwurz ist gewöhnlich stengellos, wes-
halb der große Blütenkorb im Centrum der Blatt-
rosette zu sitzen pflegt. Ihr Rhizom galt früher für
sehr heilkräftig. (a ganze Pflanze in $^1/_5$ nat. Gr.,
c Blüte in nat. Gr., d Frucht, e im Querschnitt,
schwach vergr.).

Fig. 9. Das Cardobenedictenkraut (Cnicus
Benedictus), eine ebenfalls zu den Cynareen gehörende
einjährige Pflanze aus Südeuropa, welche officinell ist.
Blüten gelb, Körbchen von den obersten Blättern um-
hüllt, innerste Blätter des Hüllkelchs mit kammförmig
eingeschnittenem Anhang. (a oberer Theil der Pflanze
in $^1/_3$ nat. Gr., daneben ein unteres Stengelblatt,
b Blüte, c Korbhülle, d Frucht mit Pappus, vergr.)

Fig. 10. Die Riesenkugeldistel (Echinops
gigantea), eine prachtvolle baumartige Distel des
tropischen Ostafrika, welche in der Alpenregion der
Gebirge Abyssiniens wächst und dort bis über 13000 Fuß
Höhe vorkommt. Die Blütenköpfe halten 6—8 Zoll im
Durchmesser, sind aus hochrothen Trichterblumen
zusammengesetzt und sehr honigreich. Die europäischen
und asiatischen Verwandten dieses hier in starker Ver-
kleinerung abgebildeten Tropengewächses sind stattliche,
bis über mannshohe Stauden mit kugelrunden
1—2 Zoll starken Blütenköpfen von blauer oder weiß-
licher Farbe. Allen Kugeldisteln fehlt die gemeinsame
Korbhülle, indem jede einzelne der ziemlich großen, auf
einem kugeligen Receptaculum stehenden Blüten von
einer besondern aus vielen verschieden geformten
Schuppen bestehenden Hülle umgeben ist.

Die Gruppe der Cynareen ist benannt nach der
Gattung der Artischoken (Cynara), ausdauernden
Kräutern mit meist dornigen fiedertheiligen Blättern
und großen Blütenkörbchen, deren Hüllschuppen in
Dornen auslaufen oder unbewehrt sind. Letzteres ist
der Fall bei der gemeinen Artischoke (C. Scolymus),
einer im südwestlichen Deutschland und in Südeuropa
angebauten Pflanze, deren faustgroße Blütenköpfe vor
dem Aufblühen als Gemüse benutzt werden.

b. Lippenblütige (Labiatiflorae). Die kleinere
Abtheilung, lauter exotische Compositen mit Lippen-
blumen enthaltend.

c. Zungenblütler (Liguliflorae). Alle Blüten
zwitterlich, mit zungenförmiger Blumenkrone.

Fig. 11. Die Cichorie (Cichorium Intybus), gehört gleich den folgenden zwei Arten zu der nach ihr benannten Gruppe der Cichoriaceen, von denen die meiſten einen weißen, bisweilen giftigen Milchſaft (z. B. Lactuca virosa, der Giftlattich) in ihren krautigen Theilen enthalten. Die Cichorie, ein Rhizomgewächs, findet ſich als Unkraut auf bebautem Boden, auf Schutt und an Wegen und breitet nur vormittags die himmelblauen Zungenblüten ihrer Körbchen aus. Sie wird in vielen Gegenden wegen ihres als Kaffeeſurrogat dienenden Rhizoms angebaut. (a ganze Pflanze, ſehr verkl., b Wurzelſtock, desgl., c Blüte in nat. Gr., d Stempel, e Frucht, etwas vergr.) Zu derſelben Gattung gehört der Endivienſalat (Cichorium Endivia), welcher namentlich in Frankreich und Südeuropa beliebt iſt.

Fig. 12. Das Pfaffenröhrlein (Taraxacum officinale), auch Hunde- und Maiblume genannt, iſt eine der erſten im Frühling blühenden Compoſiten und dann wegen ihrer goldgelben Blütenkörbchen eine wahre Zierde der Grasgärten und Brachäcker. Aus dem auf nacktem hohlen Schaft ſtehenden Körbchen entwickelt ſich eine zierliche kugelrunde Federkrone, indem die Früchtchen einen geſtielten haarigen Pappus tragen. Das milchende Rhizom dieſer ein gutes Futter für Kühe gewährenden Pflanze iſt officinell. (Die ganze Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., a fruchttragendes Körbchen, b Fruchtboden mit einer Frucht, c derſelbe mit einer Blüte, alle Fig. verkl.; d Blüte in nat. Gr., e Frucht, vergr.).

Fig. 13. Die Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica), eine in Südeuropa heimiſche Pflanze, welche wegen ihres fleiſchigen gleich Spargel genießbaren Rhizoms häufig als Gemüſepflanze angebaut wird. Die gelben Blumen duften nach Vanille. (a oberer und unterer Theil der Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., b Blüte, c Frucht, d Facette des Fruchtbodens, e Frucht im Querſchnitt, vergr.)

Zu den Cichoriaceen gehören ferner: der gemeine oder Staudenſalat (Lactuca sativa), welcher in zahlloſen Abarten ſeit undenklichen Zeiten gebaut wird, die Haferwurz (Tragopogon porrifolius), die Sau- oder Gänſediſtel (Sonchus oleraceus), ein verbreitetes Unkraut, u. a. m.

II. Ordnung der Glockenblumigen (Campanulinae). Blüten verſchiedenartig angeordnet, zwitterliche oder eingeſchlechtige. Fruchtknoten unterſtändig, Kelch verwachſen- oder getrenntblätterig, krautig, Blumenkrone meiſt glockig oder trichterig, Staubgefäße meiſt fünf, im Grunde der Blumenkronenröhre eingefügt. Ein einziger Griffel. Kapſel-, Beeren- oder Nußfrucht.

Unter den hierher gehörigen Familien ſind beſonders bemerkenswerth die Glockenblütler (Campanulaceae) und die Kürbisgewächſe (Cucurbitaceae). Glieder der erſtern ſind die bekannten blauen und lilafarbenen Glockenblumen unſerer Wieſen und Gärten (Arten der Gattung Campanula). Die Kürbisgewächſe ſind der Mehrzahl nach Bewohner der Tropengegenden und meiſt Kräuter, ihre Stengel gewöhnlich mit Ranken verſehen, mittels derer ſie zu klettern oder kriechen vermögen. Blätter abwechſelnd, handnervig und oft handlappig, ohne Nebenblätter, Blüten eingeſchlechtig, meiſt zweihäuſig, Kelch mit der Blumenkrone verwachſen, Staubgefäße frei oder monadelphiſch, Frucht fleiſchig-ſaftig, dreifächerig, vielſamig, oft beerenartig. — Die meiſten bei uns angebauten Kürbisgewächſe ſind Arten der Gattungen Cucurbita oder Cucumis. Zu erſterer, welche äſtige Ranken und am Rande wulſtig verdickte Samen hat, gehören der gemeine Kürbis (Cucurbita Pepo) und der Flaſchenkürbis (C. Lagenaria), zu letzterer, bei deren Arten die Ranken einfach und die Samen ſcharfrandig ſind, gehören die Gurke (Cucumis sativus), die Melone (C. Melo) und die auf

Taf. 22, Fig. 1 abgebildete Waſſermelone (Cucumis Citrullus), welche jedoch richtiger eine eigene Gattung bildet. Dieſe gleich den Gurken und Melonen im tropiſchen Aſien heimiſche Pflanze trägt kürbisförmige und kürbisgroße Früchte, deren bald rothes bald gelbes oder weißes Fleiſch ſo ſaftig iſt, daß ſein dünne ſüßliche, ſehr erfriſchende Saft beim Anſchneiden wie Waſſer hervorfließt. Die in das Fleiſch eingebetteten Samen ſind ſchwarz, die Blüten grünlichgelb. Die Waſſermelone (auch Arbuſe genannt) verlangt viel Wärme und Waſſer, macht aber wenig Anſpruch an den Boden. Sie wird deshalb in allen warmen Ländern (in Europa noch in Ungarn) in größerm Maßſtabe angebaut. (Abgebildet: ein blütentragendes Stück des Stengels in $^1/_8$ nat. Gr., a Blüte in nat. Gr., b, c Staubgefäße, vergr.; d Samen im Durchſchnitt, e Frucht im Querſchnitt, verkl.)

Fig. 2. Der Kürbis- oder Melonenbaum (Carica Papaya), ein in allen Tropenländern angebauter kleiner Baum, deſſen ſtets unverzweigter Stamm bis 20 Fuß Höhe erreicht und eine Krone großer handförmig geſtielter Blätter trägt. Deshalb wiederholt ſich an dieſem dikotylen Gewächs gewiſſermaßen die Form der Palmen. Die Blütenſtände entſpringen aus den Blattwinkeln und ſind bei dem männlichen Baume Rispen, bei dem weiblichen Trauben. Die männlichen Blüten ſind trichterförmig, $1^1/_2$ Zoll lang, gelblichweiß und enthalten 10 Staubgefäße, die weiblichen viel größer, gelb. Die Frucht gleicht einem Kürbis, ſie beſitzt ein dickes blaßgelbes ſüßes Fleiſch. (Abgebildet: a ganze Pflanze, ſehr verkl.; a weibliche, b männliche Blüten, c Querſchnitt der Frucht, verkl.)

III. Ordnung der Quirlblätterigen (Verticillatae). Blätter gegen- oder quirlſtändig mit oft großen blattähnlichen Nebenblättern. Blüten in Trugdolden, Scheinquirlen, Köpfchen, Rispen, Fruchtknoten unterſtändig. Kelch gezähnt oder geſpalten, oft rudimentär, Blumenkrone rad-, teller- oder trichterförmig, Staubgefäße frei, in der Röhre der Blumenkrone eingefügt. Einfrucht, Steinfrucht, Beere oder Kapſel. Samen mit oft voluminöſem Eiweiß.

Fam. 1. Chinabaumartige (Cinchonaceae). Bäume, Sträucher und Kräuter der Tropenländer mit gegen- oder quirlſtändigen meiſt lederartigen ganzrandigen Blättern. Blüten bald einzeln oder traubenförmig in den Blattwinkeln, bald in endſtändigen Trugdolden, Köpfchen oder (oft großen) Rispen. Kelch vier- bis fünftheilig, Blumenkrone meiſt anſehnlich. Staubgefäße vier bis fünf, Frucht gewöhnlich eine mit Klappen aufſpringende vielſamige Kapſel, ſelten eine Beere oder Steinfrucht.

Taf. 22, Fig. 3. Die Brechwurzel (Cephaelis Ipecacuanha), ein in den Wäldern Braſiliens heimiſches Rhizomgewächs, deſſen dünner geringelter Wurzelſtock die als Brechmittel angewandte echte Ipecacuanhawurzel iſt. Blüten klein, weiß, in endſtändigen von Hüllblättern umgebenen Köpfchen. (a ganze Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., b Blüte, c Stengel, vergr.; d Beere in nat. Gr.).

Fig. 4. Der Kaffeebaum (Coffea arabica), in Abyſſinien und Arabien einheimiſch, jetzt in allen Tropenländern, beſonders auf den oſt- und weſtindiſchen Inſeln im großen Maßſtabe angebaut. Aus den weißen Quirlblüten entwickeln ſich kirſchenartige bis $^1/_2$ Zoll lange Steinfrüchte von erſt grüner, dann rother, zuletzt violetter Farbe, welche zwei planconvexe

e mit pergamentartiger citrongelber Schale ent-
n. Der aus jedem Kern herausgeschälte ebenfalls
convexe, auf der ebenen Seite mit einer Längs-
e versehene hornige Eiweißkörper ist die rohe in
Handel kommende „Kaffebohne". (Abgeb. ein
en und Früchte tragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.,
ucht, von welcher die obere Hälfte der fleischigen
e abgeschnitten ist, verkl.; b Blüte, geöffnet, in
Gr.)

ig. 5. Der Chinarindenbaum (Cinchona Con-
inea). Die artenreiche Gattung Cinchona gehört
chließlich dem tropischen Südamerika an, wo die
honeen der Mehrzahl nach in der nebelreichen Wald-
n der Andeskette wachsen. Es sind schön belaubte
ergrüne Bäume, deren meist weiße, oft sehr an-
liche Blüten meist in zu großen Rispen vereinigten
ydolden stehen. Die Frucht ist eine Kapsel. Manche
honeen erreichen riesige Größe. Die Rinde aller
n enthält Alkaloide (Cinchonin, Chinin) von fieberver-
ender Wirkung, besonders aber diejenige einer
ihl von Arten, zu denen auch die hier in $^1/_6$
Gr. abgebildete C. Condaminea gehört. (a Blumen-
e, aufgeschnitten, nat. Gr.; b Kapseln in $^2/_3$ nat. Gr.,
amen, vergr.)

am. 2. Krappartige Pflanzen (Rubiaceae.)
uter, seltener Halbsträucher, mit meist dünnen gegen-
quirlständigen Blättern und kleinen weißen oder
en, in Trugdolden, seltener einzeln gestellten
ten, aus denen sich bei der Mehrzahl eine in
i einsamige Hälften sich theilende Spaltfrucht, bei
igen eine beerenartige Frucht entwickelt. Kelch ge-
mlich rudimentär, Blumenkrone mit vierlappigem
ume und vier Staubgefäßen. — Die Rubiaceen
über die ganze Erde verbreitet und besonders in
wärmern gemäßigten Zone beider Hemisphären
isch.

af. 22, Fig. 6. Der Krapp oder die Färber-
e (Rubia tinctorum), ein im Orient und Süd-
pa wildwachsendes, dort sowie in Frankreich, den
erlanden, in Algerien und anderwärts im großen
istabe angebautes Kraut, dessen holziges kriechendes
gefärbtes Rhizom einen scharlachrothen Farbstoff
pproth) enthält, der namentlich zum Rothfärben
Schafwolle und des Tuchs verwendet wird.
er Farbstoff ist aus verschiedenen Pigmenten zu-
nengesetzt, unter denen das neuerdings auch zur
enfabrikation benutzte „Alizarin" die wichtigste
e spielt. Die Krapppflanze hat mit kleinen Stachelchen
pte Blattränder und Stengelkanten und gelbe Blüten.
eb. Theile der ganzen Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr.) Zu
Rubiaceen gehören auch die Labkräuter
en der Gattung Galium) unserer Wiesen, Felder
Wälder, das lästige Klebkraut (Galium Aparine)
der bekannte aromatische zur Bereitung des „Mai-
s" unentbehrliche Waldmeister (Asperula
ata).

. Ordnung der Geißblattartigen (Capri-
ceae). Blätter einfach, ohne Nebenblätter, Blüten
erlich, mit ganz oder halb unterständigem Frucht-
n. Beere oder beerenförmige Steinfrucht. Samen
fleischigem, den Keim umschließendem Eiweiß.

am. 1. Heckenkirschenartige (Lonicereae).
iucher, seltener Bäume, sehr selten Kräuter mit
nständigen Blättern. Staubgefäße fünf, in der
re der Blumenkrone eingefügt, frei. Mehrkernige
enförmige Steinfrucht.

af. 22, Fig. 7. Das Gartengeißblatt
nicera Caprifolium). Die Arten der Gattung Lonicera
llen in solche mit schlingenden Stämmen und
en und quirlförmig gruppirten Blüten, welche eine
langröhrige zweilippige Blumenkrone besitzen, und in
solche mit aufrechten Stämmen und zu je zwei in den
Blattwinkeln auf einem gemeinsamen Stiel stehenden
Blüten, deren Blumenkrone trichterförmig ist und deren
Fruchtknoten oft verwachsen sind. Erstere werden Geiß-
blatte, letztere Heckenkirschen genannt. — Das
Gartengeißblatt mit weißen röthlich angehauchten
honigreichen wohlriechenden Blumen, ein allgemein
beliebter, zu Lauben und Wandbekleidungen verwen-
deter Schlingstrauch, stammt aus dem südöstlichen Europa
(Abgeb.: ein Blütenzweig in $^1/_2$ nat. Gr.) Unter den
Heckenkirschen werden namentlich L. tatarica aus Asien
(Blüten hellroth oder weiß, Beeren mennigroth) und
L. coerulea aus Mitteleuropa (Blüten gelblichweiß,
Beeren verwachsen, blaubeduftet) häufig als Ziersträucher
cultivirt. — Zu den Loniceren gehören ferner: der
gemeine Schneeball (Viburnum opulus), der Stein-
lorber (Viburnum Tinus), der schwarze Flieder
oder gemeine Hollunder (Sambucus nigra) und der
Traubenhollunder (Sambucus racemosa). Bei
Viburnum und Sambucus stehen die Blüten in zu-
sammengesetzten Trugdolden, Viburnum hat aber ganze,
Sambucus dagegen fiederschnittige Blätter. Bei dem
in unsern Wäldern und Gebüschen wild wachsenden
gemeinen Schneeball sind die peripherischen Blüten der
schirmförmigen Trugdolden geschlechtslos und mit großen
weißen radförmigen Blumenkronen versehen, beim
Gartenschneeball dagegen alle Blüten in geschlechtslose
und großblumige umgewandelt, weshalb hier der Blüten-
stand eine kugelige Form erhält. Sambucus nigra hat
langgestielte schirmförmige Trugdolden, weiße Blüten
und schwarze Beeren, S. racemosa kurzgestielte kuge-
lige Trugdolden, gelbgrüne Blüten und scharlachrothe
Beeren. — Zu den Loniceren gehören endlich auch
die den Namen Linné's tragenden nordische Linnäa
(Linnaea borealis), ein in Schweden und anderwärts
im Norden, aber auch in den Alpen und sogar in
Norddeutschlands Ebenen (bei Berlin) wachsender,
niederliegender Zwergstrauch mit wohlriechenden weißen
Glockenblumen, und das moschusduftende Bisamkraut
(Adoxa Moschatellina), ein unter Gebüsch an schattigen
feuchten Plätzen wachsendes Kräutlein mit grünlichen
kopfförmig angeordneten Blüten und getheilten Blättern,
welches im April oder Mai blüht.

Fam. 2. Heidelbeerartige (Vaccinieae). Sträucher
und Halbsträucher mit abwechselnden ganzen Blättern
und regelmäßigen einzelnstehenden oder traubig an-
geordneten Blüten, deren Staubgefäße (acht bis zehn)
einem nektarabsondernden Diskus im Grunde der meist
krug- oder glockenförmigen Blumenkrone eingefügt sind.
Mehrsamige Beere.

Taf. 22, Fig. 8. Die Preiselbeere (Vaccinium
Vitis idaea), auch Krons- und Strickbeere genannt,
bekannter immergrüner Kleinstrauch mit weißen Glocken-
blüten und scharlachrothen Beeren; wächst auf Heide-
boden in lichten Nadelwäldern in fast ganz Europa.
(Abgeb. die ganze Pflanze in $^2/_3$ nat. Gr.; a Staub-
gefäße und Griffel, b ein Staubbeutel mit seinen beiden
stielförmigen Anhängen, c Stengel, vergr.; d Beeren,
e im Querschnitt, nat. Gr.; f Samen durchschnitten,
vergr.) — Eine andere immergrüne und rothfrüchtige
Art ist die Moos- oder Krahnsbeere (V. Oxycoc-
cos), welche sich durch im Moose kriechende faden-
förmige Stengel, kleinere zweifarbige (unterseits weiß-
liche) Blätter, einzeln stehende langgestielte Blüten mit
viertheiliger kreuzförmiger rother Blumenkrone und
größere purpurrothe Beeren von der Preiselbeere unter-
scheidet. Wächst auf Torfmooren in Mittel- und be-
sonders häufig in Nordeuropa. — Zur Gattung
Vaccinium gehören ferner die bekannte Heidel- oder

Schwarzbeere (V. Myrtillus) und die Blau- oder Rauschbeere (V. uliginosum), welche beide die Blätter im Herbst verlieren. Erstgenannte Art hat kantige grüne Stämmchen und Aeste, feingesägte Blätter und wächst vorzugsweise auf trockenem oder frischem Waldboden, während die zweite Art runde zimmtbraune Stämmchen und ganzrandige Blätter besitzt und nur auf Torfmoorboden vorkommt. Die blaubedufteten Beeren dieser zweiten viel größer werdenden Art sollen in Menge genossen Kopfschmerzen und Schwindel bewirken.

V. Ordnung der heideartigen Pflanzen (Ericinae). Halbsträucher, Sträucher und Bäume, selten Kräuter mit einfachen ganzen nebenblattlosen Blättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen oberständigen Fruchtknoten besitzen. Kapsel-, selten Beerenfrucht, mit eiweißhaltigen Samen. — Unter den hierher gehörigen Familien ist die wichtigste diejenige der

Heidesträucher (Ericaceae). Immergrüne Pflanzen mit meist kleinen nadel- oder schuppenförmigen, selten großen breiten Blättern, welche abwechselnd gegen- oder quirlständig angeordnet sind. Blüten achsel- oder gipfelständig, oft große Rispen bildend, mit vier- bis fünftheiligem Kelche und röhren-, glocken-, trichter- oder krugförmiger, bisweilen fast zweilippiger Blumenkrone, welche sammt den Staubgefäßen (vier bis zehn) auf einem fleischigen Diskus eingefügt ist. Staubbeutel geschwänzt oder begrannt, mit Löchern aufspringend. Fruchtknoten mehrfächerig, Griffel fadenförmig. — Die Ericaceen sind zwar über die ganze Erde verbreitet, doch sehr ungleich vertheilt. Von den über 500 Arten der Gattung Erica wachsen die meisten am Cap der guten Hoffnung, während die breitblätterigen und großblumigen Rhododendrons und Azaleen vorzüglich das gemäßigte und kalte Nordamerika und die Hochgebirge des tropischen Asien bewohnen. Unter den europäischen Ericaceen ist das gemeine Heidekraut (Calluna vulgaris) von den Eriken durch den corollinisch gefärbten Kelch, welcher die Blumenkrone an Größe übertrifft, verschieden, auf sandigem trockenen Boden über weite Strecken Landes in dichtem Bestande verbreitet. Dasselbe bildet oft die alleinige Bodendecke in den sogenannten „Kiefernheiden". Als Repräsentanten der breitblätterigen Ericaceen sind abgebildet:

Taf. 22, Fig. 9. Die indische Azalee (Azalea indica), bekannter, allgemein beliebter Zierstrauch unserer Kalthäuser und Zimmer, dessen trichterförmig-zweilippige Blumen in allen Nuancen von Roth und Weiß und von der verschiedensten Größe und Form vorkommen. Die Heimat dieses schönen, schon seit geraumer Zeit zu einer Modepflanze gewordenen Gewächses ist China. Die Abbildung stellt eine Varietät mit gekräuselten Blumen dar (A. indica crispiflora). Den Azaleen verwandt sind die Alprosen (Rhododendron). Zwei in den Alpen und Pyrenäen wachsende kleine Arten (Rh. hirsutum und ferrugineum), mit hellpurpurrothen kopfförmig zusammengedrängten Blüten sind die berühmten Alprosen der Schweiz.

Fig. 10. Der Erdbeerbaum (Arbutus Unedo), ein baumartig werdender, im südlichen und westlichen Europa heimischer Strauch mit weißen Blüten, aus deren Fruchtknoten sich eine kugelige scharlachrothe Beere von erdbeerartigem Ansehen und säuerlich-süßem Geschmack entwickelt. In Menge genossen wirken diese Beeren berauschend. (a blütentragender Zweig, b Theil einer Fruchttraube, in $^1/_2$ nat. Gr.; c, d Staubgefäß von vorn und von der Seite, vergr.; e Frucht im Querschnitt, nat. Gr.; f Samen im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 11. Die Bärentraube (Arctostaphylos Uva ursi), niederliegender Kleinstrauch vom Ansehen der Preiselbeere mit weißen Blüten und erbsengroße scharlachrothen ungenießbaren Beeren; wächst in Nord- West- und Südeuropa, war früher officinell. (a blühender b fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., d Beere im Querschnitt, c Spitze eines Blattes, e Same im Längsschnitt, vergr.)

Zu den Ericaceen gehört auch der auf Moorboden in Mittel- und namentlich Nordeuropa wachsende Sumpfporst oder wilde Rosmarin (Ledum palustre), dessen einen narkotischen Stoff enthaltende und deshalb giftigen Blätter sich gewissenlose Bierbrauer zu bedienen pflegen, um das Bier berauschender zu machen. Blätter schmal, am Rande zurückgerollt, unterseits braunfilzig, Blätter in endständigen Dolden weiß, Kapseln braun.

VI. Ordnung der nüßchentragenden Lippenblütler (Labiatiflorae nuculiferae). Blumenkrone zweilippig, seltener regelmäßig; Fruchtknoten oberständig, viertheilig, mit grundständigem Griffel (Taf. 4, Fig. 7), seltener ganz, mehrfächerig, mit endständigem Griffel, in vier einsamige Nüßchen zerfallende Spaltfrucht, seltener mehrfächerige Beere oder mehrkernige Steinfrucht. Samen mit oder ohne Eiweiß.

Fam. 1. Lippenblütler (Labiatae). Kräuter, Halbsträucher, selten Sträucher, mit vierkantigen Stengeln, kreuzweis gegenständigen einfachen nebenblattlosen Blättern und in Scheinquirle oder gegenständige Trauben, Dolden selten einzeln gestellten Zwitterblüten, welche aus einem regelmäßigen oder zweilippigen Kelch, einer röhrigen Blumenkrone mit zwei-, selten einlippigem Saume, vier zweimächtigen, seltener blos zwei Staubgefäßen und einem tief viertheiligen Fruchtknoten mit zweispaltigem Griffel bestehen. Die vier Nüßchen, in welche die Frucht sich theilt, enthalten einen eiweißhaltigen Samen. Die Labiaten, eine der größten und natürlichsten Familien, welche in viele Gruppen zerfällt, sind über die ganze Erde verbreitet, bevorzugen aber in der wärmern gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel zu Hause, so z. B. in den Mittelmeerländern, wo namentlich die halbstrauchigen Formen vorherrschen. Alle sind reich an ätherischem Oel und daher aromatische Pflanzen. Viele Arten finden als Gewürz- und Heilpflanzen Verwendung.

Taf. 22, Fig. 12. Der Bienensaug oder die gemeine rothe Taubnessel (Lamium purpureum), ein durch ganz Europa verbreitetes Unkraut des bebauten Bodens, hat purpurne honigreiche Blüten, weshalb dieselben von den Bienen häufig besucht werden. (Abgeb. ein Theil der Pflanze in nat. Gr., a Blüte vergr.)

Fig. 13. Der Gundermann (Glechoma hederacea), häufig vorkommende Unkraut-, Schutt- und Waldpflanze mit wurzelnden Stengeln und Ausläufern, aufrechten Blütenzweigen und violett-blauen Blumen, deren aromatische Blätter zu Kräutersäften und Kräuterbier verwendet werden und ehedem für ein Mittel gegen die Schwindsucht galten. (Abgeb. die ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., a Blumenkrone, aufgeschlitzt; b Staubbeutel von vorn, c von hinten gesehen, d Kelch geöffnet mit dem Stempel, vergr.)

Fig. 14. Der Rosmarin (Rosmarinus officinalis), ein in Südeuropa als Unterholz in Wäldern und auf bebuschten Hügeln vorkommender Strauch mit blauen oder weißen Blüten und zurückgerollten, unterseits dicht weißfilzigen Blättern. Diese Pflanze wird häufig als Topfgewächs cultivirt, ihre aromatischen Blätter und Blüten sind officinell. (Abgeb. ein Zweig in nat. Gr., a Blüte, b Kelch mit Frucht, vergr.) — Verwandte des Rosmarins sind die zahlreichen Arten der Gattung Salvia, zu denen z. B. die bekannte Salbei (S. off.

is) gehört, ein ebenfalls in Südeuropa einheimischer lbstrauch, dessen runzelige Blätter officinell sind. ch wird aus ihnen das wohlriechende Salbeiöl ge- nnen. Auf Wiesen in fast ganz Europa findet sich weilen sehr häufig die früher auch officinell ge- ene, durch große blaue Blumen ausgezeichnete esenfalbei (S. pratensis), ein perennirendes ut.

ig. 15. Der Thymian (Thymus vulgaris), ein ner oft nur handhoher Halbstrauch, welcher in Süd- opa auf dürren sonnigen Hügeln in Menge vor- mt und als Küchengewürz- und Heilpflanze in ern Gärten häufig angebaut wird. Die Blüten weiß, mit rothen punktförmigen Oeldrüsen bestreut. blühender Zweig in nat. Gr., b Blüte, c Kelch von n dargestellt, um den im Schlund befindlichen Haar- g, welcher der Gattung Thymus eigen ist, sichtbar machen; d Kelch vom Rücken aus gesehen, vergr.) Zur Gattung Thymus gehört auch der Feldkümmel r Quendel (Th. Serpyllum), eine allgemein ver- itete, an trockenen Hügeln und Ackerrainen, felsigen ten u. s. w. wachsende sehr aromatische Pflanze mit nen länglichen Blättern und rothen kopfig zusammen- drängten Blüten. Ihr Kraut ist bekanntlich auch kinell.

Zu den Labiaten gehören ferner: die Pfefferminze entha piperita), die Krauseminze (krausblätterige rietäten verschiedener Menthaarten), das Pfeffer- er Bohnenkraut (Satureja hortensis), der Majoran riganum Majorana), der Ysop (Hyssopus officinalis), e Citronenmelisse (Melissa officinalis und Nepeta taria), der Lavendel (Lavandula Spica), das Ba- lienkraut (Ocimum Basilicum) u. a. m.

Fam. 2. Eisenkrautähnliche Pflanzen (Ver- naceae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit gegen- ndigen oder abwechselnden, einfachen oder zusammen- setzten Blättern und in Aehren, Köpfchen, Trauben er Trugdolden gestellten Zwitterblüten. Kelch röhrig, umenkrone meist zweilippig, Staubgefäße gewöhnlich er, zweimächtig, seltener zwei oder fünf, Fruchtknoten nz, mehrfächerig, Steinfrucht oder Beere. — Die rbenaceen gehören fast ganz den Tropenländern an, r wenige kommen in Europa vor, in Deutschland r das gemeine Eisenkraut (Verbena officinalis), e an wüsten Plätzen wachsende, perennirende Pflanze, lche früher officinell war. Die in den Gärten so ufig zur Zierde angepflanzten Verbenen sind rietäten der in Südbrasilien und den La-Plata- taaten heimischen V. chamaedrifolia und V. tenera.

Taf. 22, Fig. 16. Der Keuschbaum (Vitex Agnus stus), ein schöner in Südeuropa und Nordafrika ild wachsender Strauch mit gegenständigen finger- rmig zusammengesetzten graufilzigen Blättern und asarbenen Lippenblüten in Quirlähren, wird nicht lten als Ziergehölz in unsern Kalthäusern cultivirt. eine Samen waren früher officinell. (Abgeb. ein übender Zweig in 1/2 nat. Gr., a Blüte in nat. Gr., Blumenkrone, c, d Beere im Längs- und Querschnitt, Samen, vergr.)

Zu den Verbenaceen gehört auch der in Ostindien imische und dort ganze Wälder bildende Teckbaum ectona grandis), ein sehr groß werdender Baum, ssen äußerst hartes und festes Holz für das beste chiffsbauholz gilt.

Fam. 3. Rauhblätterige Gewächse (Asperifoliae). räuter, seltener Halbsträucher und Sträucher, mit ab- echselnden, einfachen, nebenblattlosen gewöhnlich harf- oder rauhhaarigen Blättern und meist in Dickeltrauben oder Wickelähren gestellten, seltener lattwinkelständigen Zwitterblüten. Kelch röhrig, Blumenkrone gewöhnlich regelmäßig trichter-, teller- oder radförmig selten zweilippig, Staubgefäße fünf, der Röhre eingefügt, zwischen oder über ihnen oft hohle Gewölbschuppen (fornices), welche den Schlund der Blumenkrone mehr oder weniger verschließen. Frucht- knoten und Frucht wie bei den Labiaten, aber die Narbe kopfförmig, die Nüßchen anders, oft sehr eigenthümlich geformt. Samen meist ohne Eiweiß. — Die Asperi- folien, eine große Familie, sind vorzüglich in der gemäßigten Zone beider Hemisphären verbreitet; zwischen den Wendekreisen und in der kalten Zone kommen nur wenige Arten vor. Sie zeichnen sich durch Reichthum an schleimigen Stoffen aus.

Taf. 23, Fig. 1. Der Boretsch oder das Gurken- kraut (Borago officinalis) hat seinen zweiten Vulgär- namen deshalb erhalten, weil seine saftvollen Blätter zerrieben wie frische Gurken riechen und auch gurken- ähnlich schmecken, weshalb dieselben auch bisweilen dem Salat beigemengt werden. Der Boretsch ist ein einjähriges, in Südeuropa wild wachsendes, groß- blätteriges Kraut mit sehr rauhhaarigen Blättern und schönen azurblauen Sternblumen, in deren Mitte die fünf aneinanderliegenden Staubbeutel mit den horn- artigen Fortsätzen ihrer Filamente einen dunkelvioletten Kegel bilden, welcher von den weißen Gewölbschuppen umringt ist. (Abgeb. ein blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., a ein Blumenkronenzipfel mit einer Gewölb- schuppe und zwei Staubgefäßen, b der Schlund der Blumenkrone von unten gesehen, c Staubgefäß, d Nüß- chen, vergr.)

Fig. 2. Die Alcannawurzel (Alcanna tinctoria), halbsträuchige Pflanze des Orients und Südeuropas, deren holziges Rhizom einen rothen Farbstoff (Alcanna- roth) enthält, welcher zu Schminkefabrikation und Färben benutzt wird. Blüten dunkelblau. (a die ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., b Blüte von der Seite ge- sehen, c Nüßchen, vergr.)

Zu den Asperifolien gehören ferner von wildwachsen- den einheimischen Pflanzen: das Vergißmeinnicht (Myosotis palustris), das Lungenkraut (Pulmonaria officinalis), die Ochsenzunge (Anchusa officinalis), die Hundszunge (Cynoglossum officinale), der Ackersteinsame oder die Bauernschminke (Lithospermum arvense), das Beinwell oder die Schwarzwurz (Symphytum officinale) u. a. m.

Die andern Familien der Nuculiferen (z. B. die Globularieen und Selagineen) können hier nicht berück- sichtigt werden.

VII. Ordnung der kapselfrüchtigen Lippen- blütler (Labiatiflorae capsuliferae). Unterscheiden sich von den Pflanzen der vorhergehenden Ordnung besonders durch die Frucht, welche bei den meisten eine mehrsamige aufspringende Kapsel, sehr selten eine Beere ist. — Unter den hierher gehörigen Familien sind folgende vier die bemerkenswerthesten.

Fam. 1. Acanthaceen (Acanthaceae). Kräuter und Holzgewächse mit knotig gegliederten Stengeln, gegen- oder quirlständigen Blättern und achsel- oder endständigen Zwitterblüten, welche von einem größern und zwei kleinern Deckblättern gestützt und in Aehren, Trauben oder Büschel gestellt sind. Kelch fünfblätterig. Blumenkrone röhrig, zwei- oder vierlippig. Staub- gefäße vier, zweimächtig, nebst einem fünften rudimen- tären. Aus dem zweifächerigen Fruchtknoten entsteht eine zweifächerige, einsamige, elastisch mit zwei Klappen aufspringende Kapsel. Samen ohne Eiweiß. — Die Acanthaceen bewohnen fast ausschließlich die Tropen- länder, nur wenige Arten kommen in der subtropischen und wärmern gemäßigten Zone vor. Zu letztern ge- hört der auf Taf. 23, Fig. 3 stark verkleinert abg-

bildete weichblätterige Acanthus (Acanthus mollis), eine sehr stattliche, in den Mediterranländern heimische saftvolle Staude mit röthlichweißen Blumen, deren schöngeformte, oft zwei Fuß hoch werdende Wurzelblätter den Bildhauern des antiken Griechenland das Vorbild zu der Blätterverzierung des korinthischen Säulencapitäls gegeben haben. (a Blüte von der Seite gesehen in nat. Gr., b dieselbe von vorn, verkl.)

Den Acanthaceen verwandte Gewächse sind die nur in der heißen Zone vorkommenden Gesneraceen, zu welchen viele schöne Zierpflanzen unserer Warmhäuser und Zimmer gehören, z. B. die formen- und farbenreichen Arten von Gloxinia, Achimenes, Aeschynanthus, Gesnera u. a.

Fam. 2. Bignoniaceen (Bignoniaceae), Bäume und Sträucher häufig mit schlingenden und windenden Stämmen und Aesten, selten Kräuter. Blätter gegen- oder quirlständig, einfach oder zusammengesetzt (gefingert oder gefiedert, oft mehrfach gefiedert), meist rankentragend. Blüten zwitterlich, in gipfel- oder achselständigen Aehren, Trauben, Rispen, seltener einzeln, mit zweilippigem oder zweitheiligem Kelch, kurzröhriger zweilippig-trichterförmiger fünflappiger Blumenkrone, fünf Staubgefäßen, von denen eins meist steril, und einem freien Stempel. Vielsamige, ein- bis vierfächerige, mit Klappen aufspringende Kapsel. Samen zusammengedrückt, meist breit geflügelt, ohne Eiweiß. — Die Bignoniaceen sind ausschließlich Tropengewächse und bilden mit ihren meist prächtig gefärbten Blumen eine charakteristische Zierde der tropischen Wälder. Die meisten wachsen in Amerika. Die artenreichsten Gattungen sind Bignonia (fast lauter Schlingsträucher), Tecoma und Jacaranda.

Taf. 23, Fig. 4. Der Carobenbaum (Jacaranda tomentosa), ein großer schönbelaubter Baum Brasiliens mit prächtigen violetten Blumen von $1^1/_2$ Zoll Länge, soll einer der Bäume sein, von denen das Jacarandaholz (Palissanderholz der Franzosen) abstammt. So viel ist sicher, daß dieses geschätzte Möbelholz aus Brasilien kommt und das Holz von Bignoniaceen ist. (Abgeb. ein Zweig in $^1/_8$ nat. Gr.) — Eine andere bemerkenswerthe Art ist der auch in Deutschland nicht selten angepflanzte Trompetenbaum (Catalpa syringaefolia) aus dem subtropischen Nordamerika, ein stattlicher Baum mit großen herzeiförmigen Blättern und mächtigen Rispen weißer, gelb und roth gefleckter Glockenblumen mit zweilippigem Saume. Die Kapsel hat die Form einer langen Schote.

Fam. 3. Maskenblütler oder braunwurzartige Pflanzen (Personatae oder Scrophularineae). Unterscheiden sich von den vorhergehenden Familien besonders durch den fleischigen Eiweißkörper ihrer Samen. Kräuter und Holzgewächse mit alternirenden, gegen- oder quirlständigen, einfachen, ganzen oder zertheilten Blättern, deren Stiel am Grunde bisweilen in einem nebenblattartigen Fortsatz erweitert ist. Blütenstand und Blütenbau ähnlich wie bei den Bignoniaceen, Blumenkrone meist zweilippig, oft maskirt (s. Taf. 4, Fig. 35) und am Grunde gespornt. Staubgefäße meist vier, zweimächtig, bisweilen mit einem fünften sterilen, selten zwei. Frucht eine zweifächerige, mit Klappen, Zähnen oder Löchern aufspringende, vielsamige Kapsel, selten eine Beere. — Die Scrophularineen, die größte Familie dieser Ordnung, sind über die ganze Erde verbreitet, jedoch am häufigsten in der wärmern gemäßigten Zone beider Hemisphären. Diese Familie enthält zahlreiche Gift- und Arzneipflanzen, auch hat sie eine Menge schönblühender Ziergewächse geliefert.

Taf. 23, Fig. 5. Die Königskerze (Verbascum Thapsus). Stattliche Staude mit einfachem straff aufrechten Stengel, welcher sammt den an seinen Kanten herablaufenden Blättern mit einem dicken gelblichen weißen Filz bedeckt ist und in eine walzige Traube dicht zusammengedrängter Blüten endet. Blumen groß (1—$1^1/_2$ Zoll breit) goldgelb, Staubfäden von ungleicher Länge, die drei kürzern weißwollig, die beiden längern kahl. Wächst an sonnigen, steinigen, wüsten Plätzen in Mittel- und Südeuropa. (Abgeb. Spitze des blühenden Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., a Blumenkrone in nat. Gr., b ein kürzerer, c ein längerer Staubfaden, vergr., d Kelch in nat. Gr.) — Häufiger kommen V. thapsiforme und V. phlomoides an ähnlichen Orten vor. Von allen dreien werden die Blumen im Verein mit den Blumen anderer Kräuter (Lungenkraut, Himmelschlüssel) zu sogenanntem „Brustthee" benutzt. Wegen des dicken wolligen weichen Filzes werden diese Pflanzen auch „Wollkräuter" genannt.

Fig. 6. Das Gnadenkraut (Gratiola officinalis), eine in Wassergräben, an Fluß- und Teichufern und in sumpfigen Wiesenstellen in Mittel- und Südeuropa wachsende, doch nicht häufige Gift- und Arzneipflanze mit gelben, weißgelben oder gelbröthlichen Röhrenblumen, welche einen viertheiligen zweilippigen Saum haben und nur zwei Staubgefäße enthalten (a ganze Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., b, c Staubgefäß von vorn und hinten, d Stengel, e Blumenkrone aufgeschnitten, vergr.).

Fig. 7. Der rothe Fingerhut (Digitalis purpurea), bekannte Gift-, Arznei- und Zierpflanze, welche in waldigen Bergen in Mittel- und Südeuropa (hier massenhaft in Nadelwäldern des Oberharz) wächst und zweijährig ist (a, b ganze Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., c Staubgefäß, vergr.; d Kelch und Stempel in nat. Gr., e Kapsel im Querschnitt, f Samen im Längsschnitt, vergr.).

Fig. 8. Das Sumpfläusekraut (Pedicularis palustris), ein in Sümpfen, an überschwemmten Wiesenstellen und Teichufern wachsendes Kraut mit kahlen saftigen Stengeln und Blättern und hellrothen Lippenblumen, enthält in allen Theilen einen scharfen Stoff, welcher dem Rindvieh, wenn es die Pflanze frißt, angeblich Blutharnen verursachen soll (abgeb. die ganze Pflanze in $^1/_8$ nat. Gr., links oben der blattartige Kelch, geöffnet). — In Wäldern auf moosigen Stellen, desgleichen auf moosigen und moorigen nassen Wiesen kommt ebenso häufig das um die Hälfte kleinere, ihm im Moos wachsende Waldläusekraut (P. silvatica) vor, welches ähnliche Eigenschaften besitzt. Die meisten der sehr zahlreichen Arten der Gattung Pedicularis sind Hochgebirgspflanzen, darunter wahre Prachtgewächse. Alle besitzen fiederschnittige Blätter und meist rothe, seltener gelbe oder gelbweiße Blüten in Scheinähren.

Fig. 9. Der breitblätterige Ehrenpreis (Veronica Teucrium). Die artenreiche Gattung Veronica ist durch radförmige Blumenkronen mit ungleich vierlappigem Saume und blos zwei Staubgefäßen, sowie durch eine zusammengedrückte am Scheitel häufig ausgerandete Kapsel ausgezeichnet. Die Blüten stehen bald einzeln in den Blattwinkeln, bald (häufiger) in Aehren und Trauben, welche entweder endständig sind oder aus den Winkeln der obern Stengelblätter entspringen. Zu den Arten der letztern Kategorie gehört die hier in $^1/_2$ nat. Gr. abgebildete, welche auf trockenen bebuschten Hügeln (besonders des Kalkbodens) in Mittel- und Südeuropa vorkommt und ehedem officinell war. Sie hat, wie die meisten andern Arten, blaue Blumen und ist ausdauernd (a Kelch mit dem Stempel, vergr.). — Verschiedene ausdauernde Arten Mitteleuropas und Asiens mit hohen blattreichen

ngeln und langen blütenreichen endständigen Trau-
(V. longifolia, tubiflora, incana u. a.) sind beliebte
rpflanzen unserer Gärten geworden.
Zu den Personaten gehören ferner: das Garten-
enmaul (Antirrhinum majus), eine sehr häufig
Zierde angebaute südeuropäische Pflanze mit großen
purrothen, weißen oder gescheckten Maskenblumen;
Leinkraut oder der Frauenflachs (Linaria
garis), überall wildwachsend, mit großen gelben ge-
nten Maskenblumen; die verschiedenen in Wäldern,
Wiesen und Aeckern vorkommenden Arten von
chtel- oder Kuhweizen (Melampyrum), und von
ppertopf oder Pfennigkraut (Rhinanthus), die
euchten Orten, Flußufern u. s. w. wachsende Braun-
rz (Scrophularia nodosa), die als Zierpflanzen be-
ten Pantoffelblumen (Arten von Calceolaria,
rikanische theils einjährige, theils Holzgewächse)
viele andere exotische Zierpflanzen des freien Lan-
und der Gewächshäuser.
Fam. 4. Sommerwurzartige (Orobancheae).
marotzergewächse mit meist einfachen Stengeln, welche
häutigen oder fleischigen Schuppenblättern besetzt
und meist in eine Aehre oder Traube von Zwit-
lüten mit mehrblätterigem oder tief gespaltenem
ch und röhrig-zweilippiger Blumenkrone endigen.
ubgefäße vier, zweimächtig, Kapsel vielsamig, Samen
n, eiweißhaltig. Die Orobancheen ernähren sich
den Säften anderer Pflanzen, an deren Wurzeln
ihrigen sich anhaften. Sie haben, wie alle echten
hmarotzer, keine grüne, sondern bleich braun, röth-
, bläulich u. s. w. gefärbte Stengel und Blätter
d sind der Mehrzahl nach durch die gemäßigte Zone
r nördlichen Halbkugel verbreitet.
Taf. 23, Fig. 10. Die röthliche Sommerwurz
robanche rubens), eine in Deutschland auf Kalk-
en ziemlich verbreitete, auf blauem und gelbem
jemerklee schmarotzende Pflanze mit braunem Stengel
d röthlichgelben Blumen. (Abgeb. die ganze Pflanze
1/3 nat. Gr., a Kelch mit Deckblättern und Stempel,
2. Gr.)
Fig. 11. Die Schuppenwurz (Lathraea Squa-
ria), ein fleischiges, in schattigen Laubwäldern vor-
mmendes, fast ganz unter dem abgefallenen Laub
grabenes Gewächs, welches im ersten Frühling blüht
d purpurne Blumen in einseitigen mit häutigen
hlichweißen Deckblättern dicht besetzten Aehren trägt.
engel und Wurzelstock bleich, letzterer dicht mit
schigen dachziegelständigen Schuppen bekleidet. (Abgeb.
ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., a Blumenkrone ge-
net, schwach vergr.; b Kelch mit der Kapsel, c diese
ein, e aufgesprungen, nat. Gr.; d Stempel, f Staub-
utel, vergr.)
VIII. Ordnung der Röhrenblütler (Tubiflorae).
äuter, Sträucher, Bäume mit meist alternirenden
fachen nebenblattlosen Blättern und mit gewöhnlich
elmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem fünf-
iligen, selten fünfblätterigen Kelch und einer röhrigen,
chter-, glocken- oder tellerförmigen Blumenkrone be-
hen, in deren Röhre die Staubgefäße (in der Regel
nf) eingefügt sind. Fruchtknoten oberständig mit
nem Griffel; Frucht eine vielsamige Kapsel oder
ere, selten eine Steinfrucht. Samen mit den Keim
schließendem Eiweißkörper. — Die wichtigsten Fa-
lien sind folgende zwei:
Fam. 1. Windengewächse (Convolvulaceae).
räuter oder Halbsträucher, oft mit Knollen und win-
nden Stengeln, selten Sträucher oder Bäume, Blät-
r ganz oder gelappt, oft pfeil- oder spießförmig,
lüten einzelnstehend oder in Trauben, Dolden, Ris-
n, mit Deckblättern, welche bisweilen dem Kelch an-
gewachsen sind; Kelch stehenbleibend, meist getheilt, Blumenkrone trichterförmig oder röhrig, vor dem Aufblühen meist gefaltet-zusammengedreht. Fruchtknoten auf hypogynischer nektarabsondernder Scheibe. Kapsel zwei- bis vierfächerig, mit ein- bis zweisamigen Fächern, bisweilen nicht aufspringend, trocken. — Die Windengewächse sind vorzüglich in der heißen, nur wenige in der gemäßigten Zone zu Hause. Sie enthalten fast alle einen milchigen Saft und in ihren Wurzeln und Knollen einen drastisch purgirend wirkenden Stoff, weshalb einige zu Arzneipflanzen geworden sind. Zu diesen gehört die auf

Taf. 23, Fig. 14 abgebildete Jalape (Ipomaea Purga), eine in feuchten Gebirgswäldern Mexicos wachsende Knollenpflanze mit prächtig purpurrothen Trichterblumen, deren schwarzbraune bis faustgroße Knollen einen heftig purgirend wirkenden Milchsaft enthalten. (Abgeb. ein Theil der blühenden Pflanze, a ein Knollen in 1/3 nat. Gr., b Narbe vergr., c Querschnitt des Knollens, verkl.) Verschiedene nord- und südamerikanische, meist einjährige Arten der Gattung Ipomaea mit hochschlingenden Stengeln und prächtigen großen azurnen, blauen und violetten Blumen werden als Trichterwinden in unsern Gärten angebaut. Dagegen gehört die ebenfalls sehr häufig gebaute, aus Südeuropa stammende dreifarbige Winde (Blumen groß, blau mit weißem Schlund und gelber Röhre) zur Gattung Convolvulus (C. tricolor). Eine Art dieser Gattung ist auch die überall als Unkraut unter Getreide und an wüsten Plätzen wachsende Ackerwinde (C. arvensis). Zu den Windengewächsen gehört endlich auch die in den Tropenländern und auch hin und wieder in Südeuropa angebaute Batate (Batatas edulis), deren längliche mehlreiche zuckerhaltige Knollen gekocht wie Kartoffeln genossen werden.

Eine mit den Convolvulaceen verwandte kleine Familie ist die der Flachsseideartigen (Cuscuteae), welche aus lauter Schmarotzergewächsen mit fadenförmigen bleichen blattlosen Stengeln und in Knäueln stehenden kleinen fleischigen Blüten von meist bleicher Farbe besteht. Eine durch ganz Europa verbreitete Art, die gemeine Flachsseide (Cuscuta Epilinum), kommt häufig auf Flachsfeldern vor, wo sie durch Umschlingen und Aussaugen der Flachspflanzen bisweilen nicht unbeträchtlichen Schaden verursacht.

Fam. 2. Tollkrautartige (Solanaceae). Kräuter und Holzgewächse mit wässerigem Saft, abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzen oder fiedertheiligen Blättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche bald in begrenzte Inflorescenzen (Scheindolden, Wickeltrauben, Rispen), bald einzeln gestellt sind. Letztere, wie auch ganze Blütenstände sind oft seitenständig und zwar bald neben dem Blattwinkel stehend, bald durch Scheinachsenbildung blattgegenständig. Kelch meist stehen bleibend, oft nach der Blütezeit sich vergrößernd und dann später die Frucht mehr oder weniger umhüllend, Blumenkrone rad-, glocken-, trichter- oder präsentirtellerförmig. Staubbeutel mit Spalten oder einem endständigen Loch aufspringend, bisweilen zusammengeneigt oder verklebt (scheinbar einbrüderig). Stengel am Grunde häufig von einem unterständigen Diskus umgeben, aus zwei Fruchtblättern gebildet, wirklich oder scheinbar vierfächerig, mit centralem öfters gabeltheiligen Samenträger, viele Samenknospen enthaltend. Frucht eine zwei- bis vierfächerige Kapsel oder Beere, erstere verschieden aufspringend; Samen zahlreich mit hornigem Eiweiß und einwärts gekrümmtem oder gebogenem Keim. — Die Solanaceen sind zwar über die ganze Erde verbreitet, doch vorzugsweise in den Tropenländern, besonders Amerikas heimisch. Dort kommen viele

strauch- und selbst baumförmige Arten vor, oft mit sehr stacheligen Blättern und Aesten. Alle enthalten in allen oder nur in bestimmten Theilen giftige Alkaloide von narkotischer Wirkung.

Taf. 24, Fig. 1. Die Tollkirsche (Atropa Belladonna), die gefährlichste Giftpflanze Mitteleuropas, ist eine perennirende Staude, welche zuletzt wegen Verholzung der Achsen oft wie ein Strauch erscheint, mit paarweis gestellten Blättern, braunvioletten Glockenblumen und im reifen Zustande glänzendschwarzen Beeren von der Größe einer Vogelkirsche, deren rothsaftiges Fleisch die giftige Substanz, das Atropin, welches ein kräftig wirkendes Heilmittel geworden ist, in reichlichster Menge enthält. Wächst in schattigen Wäldern auf fettem namentlich kalkhaltigen Boden, besonders in Gebirgsgegenden. (Abgebildet ein Zweig in 1/3 nat. Gr., a Blüte in nat. Gr., b, c Beere etwas verkleinert.)

Fig. 2. Die Beißbeere (Capsicum annuum), einjährige im tropischen Amerika heimische Pflanze mit weißen Blüten und länglichen reif trockenen scharlachrothen Beerenfrüchten, welche zu Pulver gerieben den rothen spanischen oder Cayenne-Pfeffer liefern. Wird in Südeuropa, namentlich in Spanien, desgleichen in Ungarn, wo die Frucht „Paprika" heißt, im großen Maßstabe angebaut. (Abgeb. ein Theil der Pflanze in 1/7 nat. Gr.; a und b junge Frucht im Längs- und Querschnitt, in nat. Gr.)

Fig. 3. Das Bittersüß (Solanum Dulcamara), ein an feuchten Orten, Ufern zwischen Gebüsch, auf hohlen Kopfweiden u. s. w. vorkommendes, durch fast ganz Europa verbreitetes Holzgewächs mit krautigen, fast schlingenden, rankenartigen Aesten und Zweigen, kahlen glänzend grünen Blättern, violetten Blumen mit gelben Staubbeuteln und ovalen scharlachrothen Beeren. Das Holz alter Stämmchen entwickelt beim Zerbrechen einen Geruch nach Mäuse-Urin (weshalb die Pflanze in manchen Gegenden „Mäuseholz" genannt wird), die jungen mit erst bitter dann süß schmeckender Rinde versehenen Sprossen sind als Stipites Dulcamarae officinell. — Das Bittersüß gehört zu der großen Gattung Solanum (man kennt über 900 Arten, von denen die meisten im tropischen Amerika ihre Heimat haben), welche sich durch seitenständige gestielte, gabeltheilige Trugdolden auszeichnet und theils aus Kräutern, theils aus mitunter stacheligen Sträuchern und Bäumen besteht. Zu ihr gehören die unter dem Namen Tollkräuter bekannten einheimischen, als Schutt- und Unkrautpflanzen auftretenden Arten (Solanum nigrum mit schwarzen, S. villosum und miniatum mit hellrothen, S. humile mit wachsgelben Beeren), ferner die Kartoffel (S. tuberosum) und der Liebesapfel oder die Tomatenpflanze (S. Lycopersicum), beide aus Südamerika stammend u. a. m. (Abgeb. ein Zweig des Bittersüß in 1/3 nat. Gr., a Beere, quer durchschnitten, vergr.)

Fig. 4. Das schwarze Bilsenkraut (Hyoscyamus niger), zweijährige, an Wegen, auf Schutt, fettem Boden, Flußufern u. s. w. in ganz Mitteleuropa zerstreut vorkommende Giftpflanze mit fetten, von Drüsenhaaren klebrigen Blättern, gelblichweißen, violett netzaderigen, im Schlunde schwarzvioletten Blumen und büchsenförmigen, im ausgewachsenen Kelch eingeschlossenen Kapseln, die sich mit einem runden Deckel öffnen und zahlreiche Samen enthalten. Das übelriechende Kraut ist officinell. (Abgeb. die ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., a Blume in nat. Gr., b Kapsel, verkl.)

Fig. 5. Der gemeine Stechapfel (Datura Stramonium), findet sich an ähnlichen Orten wie die vorhergehende Pflanze, wird wol auch der großen schön weißen Blumen halber zur Zierde cultivirt. Ist einjährig, wird mehrere Fuß hoch, verzweigt sich gabeltheilig und bringt bis 2 Zoll lange, länglich eiförmige krautstachelige, vielsamige Kapseln hervor, welche sich am Scheitel mit vier Klappen öffnen. Der röhrig-prismatische grüne Kelch springt nach der Blütezeit am Grunde ringförmig ab. Auch dieses Gewächs ist giftig, zeitig eine gefährliche Gift- und eine wirksame Arzneipflanze. (Abgebildet ein Zweig in 1/3 nat. Gr.)

Fig. 6. Der Virginientabak (Nicotiana Tabacum), eine in Deutschland häufig angebaute Pflanze, stammt, wie alle Arten der Tabacksgattung, aus dem tropischen Amerika und zeichnet sich durch ihre ganzen zugespitzte Blätter, deren Seitenrippen unter spitzen Winkel von der Mittelrippe ausgehen und durch rispig traubig angeordnete Blüten mit hellrothem Saum und grünlicher Röhre aus. Die Frucht ist, wie bei allen Arten von Nicotiana, eine mit Klappen aufspringende Kapsel. (Abgeb. ein Blütenzweig in 1/3 nat. Gr., a ein Blatt, verkl.; b eine Blume, aufgeschnitten; c Kapsel, aufgesprungen, verkl.; d Samen.) Von dieser auf einem großen Theil der Erdoberfläche angebauten Art liefern sowol die feinsten Havanna- als die ordinärsten pfälzer Tabacke. Nächst ihr steht der Bauerntabak (N. rustica), eine kleinere Art mit kurzröhrigen gelblichgrünen Blumen, am häufigsten gebaut. Zu dieser Art gehören die türkisch-ungarischen Tabacke.

IX. Ordnung der Saumblütler (Limicae). Unterscheiden sich von den Röhrenblütlern durch am Schlunde der meist regelmäßigen Blumenkrone eingefügten Staubgefäße, welche gewöhnlich frei, selten monadelphisch verwachsen sind. Fruchtknoten einfächerig, ein- bis mehrfächerig, Frucht eine Kapsel, Nuß-frucht, Beere oder Steinfrucht. Samen bald mit, bald ohne Eiweiß. Unter den zahlreichen Familien dieser Ordnung sind die folgenden besonders bemerkenswert.

Fam. 1. Primelartige (Primulaceae). Einjährige oder ausdauernde, dann mit einem unterirdischen oft weilen knolligen Stock versehene Pflanzen, welche einen wässerigen Saft, einfache nebenblattlose Blätter, regelmäßig gebildete, selten fast zweilippige Kronblüten mit meist fünf Staubgefäßen und einem frei oder halb mit dem Kelch verwachsenen eingesenkten Stempel besitzen, aus dessen einfächerigem Fruchtknoten sich eine einfächerige vielsamige Kapsel mit centralen freien Samenträger und eiweißhaltigen Samen entwickelt. Die Primulaceen sind entweder stengellos, mit grundständigen gebüschelten oder rosettenförmigen Blättern und nackten Blütenschäften (z. B. bei den Primeln, Schlüsseln), oder treiben einen beblätterten Stengel mit bald alternirenden, bald gegen- oder quirlständigen Blättern (z. B. bei Lysimachia und Anagallis). Sie sind durch die gemäßigte Zone besonders der nördlichen Halbkugel verbreitet.

Taf. 23, Fig. 12. Das gebräuchliche Himmelschlüssel (Primula officinalis), mit ziemlich kleinen goldgelben wohlriechenden Blumen und aufgeblasenem Kelch, schmückt allein oder im Verein mit der fast geruchlosen großen H. (P. elatior), der Stammpflanze der zahllosen Primelsorten unserer Gärten, die Wiesen im Beginn des Frühlings. Die Blüten beider Arten werden zu Thee genommen. Zur Gattung Primula gehört auch das in den Alpen heimische Aurikel (P. Auricula), dessen wilde Stammform gelbe Blüten hat. (Abgeb. eine ganze Pflanze P. officinalis in 1/3 nat. Gr.; a Blumenkrone, derselbe aufgeschnitten, vergr.; c geöffnete Kapsel in nat. Gr., d Stempel, vergr.)

Fig. 13. Das Alpenveilchen (Cyclamen

ım), ein ſtengelloſes Knollengewächs von giftigen nſchaften, aber mit ſchön purpurrothen, ſehr wohl- enden Blumen von eigenthümlichem Baue, wächſt Kalkboden in den Alpen und Voralpen ſehr häufig iſt zugleich eine beliebte Topfzierpflanze geworden. zeb. eine ganze Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., a Schlund- e der Blumenkrone mit Staubgefäßen, b, c Staub- el, d Stempel mit Kelch, e aufgeſprungene Kapſel, uchtknoten im Längsſchnitt, mit dem Samenträger, r.)

ım. 2. Enzianartige (Gentianaceae). Unter- den ſich von den Primulaceen, mit denen ſie habi- betrachtet manche Aehnlichkeit haben, vorzüglich) die zweilappige Narbe des Griffels und die zwar einfächerige aber mit zwei Klappen (ſelten gar) aufſpringende Kapſel mit randſtändigen Samen- rn. — Kräuter und Stauden, ſelten Sträucher, wäſſerigem bittern Saft, gegen- oder roſettenſtän- n, ſelten abwechſelnd geſtellten nebenblattloſen, ıchen und ganzrandigen Blättern und meiſt end-, n ſeitenſtändigen Trugdolden oder einzeln ſtehenden ten. Kelch meiſt frei und ſtehenbleibend, Blumen- e rad-, glocken- oder trichterförmig, Staubgefäße t fünf. Verbreitung wie bei den Primulaceen.

Taf. 24, Fig. 7. Der gelbe Enzian (Gentiana a), eine ſtattliche, an kräuterreichen Stellen der en und anderer Hochgebirge Mitteleuropas wachſende ude mit großen der Länge nach gefalteten Grund- tern und einem einfachen Stengel, welcher in eine ge Quirltraube gelber Blüten endigt, ſteht bei allen ırgsbewohnern als Heilpflanze in großem Anſehen. ußt wird der fleiſchige Wurzelſtock (Radix Gentianae rae). Die Blütenquirle ſind von je zwei gegen- ıdigen Blättern umhüllt und voneinander getrennt. Ende der Blütentraube in $^1/_2$ nat. Gr., b Grund- tt und c Theil des Wurzelſtocks, ſehr verkl.)

ig. 8. Der blaue Wieſenenzian (Gentiana ımonanthe), eine auf ſumpfigen moorigen Wieſen aſt ganz Europa vorkommende Pflanze mit einfachem ngel, ſchmalen Blättern und großen blauen Trich- lumen, war ehedem auch officinell. (Abgeb. die ıge des Stengels in $^1/_2$ nat. Gr.)

Zu den Gentianeen gehört auch das heilkräftige uſendgüldenkraut (Erythraea Centaurium) und Bitter- oder Fieberklee (Menyanthes trifoliata). terer, in Sümpfen wachſend, iſt durch die drei- ligen Blätter und die weißen Blüten mit zierlich ırmten Blumenkronenlappen ausgezeichnet.

ſam. 3. Apocyneen (Apocynaceae). Bäume, äucher, ſeltener Kräuter mit meiſt milchigem Saft, en- oder quirlſtändigen, nebenblattloſen, einfachen ganzrandigen Blättern und meiſt trugdoldig angeord- n, ſelten einzeln ſtehenden regelmäßigen Zwitter- ten. Staubbeutel der Narbe anhängend, mit oft ſeltſam geformtem Mittelband. Fruchtknoten aus i getrennten oder verwachſenen Blättern beſtehend, einem beide verbindenden Griffel, welcher nach n bin verdickt und ſonſt verſchiedenartig geſtaltet und gewöhnlich mit einer kurz zweiſpaltigen Narbe et. Frucht ſelten kapſel- oder beerenartig, gewöhn- aus zwei getrennten Balgfrüchten beſtehend, welche reiche mit einem Haarſchopf verſehene, eiweißhaltige men einſchließen. — Die Apocyneen gehören faſt ſchließlich den Tropenländern an, nur wenige kom- n in der gemäßigten Zone vor. Der Milchſaft ler iſt giftig.

Taf. 24, Fig. 9. Der Oleander (Nerium Oleander), ıner immergrüner, bei uns allgemein als Topfzier- anze gezogener Strauch des ſüdlichen Europa und rdlichen Afrika, wo er gleich unſern Weiden an Flußufern in Menge wächſt. Die großen roſenrothen (bisweilen weißen) Blumen hauchen einen ſtarken be- täubend (narkotiſch) wirkenden Wohlgeruch aus, der Milchſaft iſt ſcharf giftig. (Abgeb. eine Zweigſpitze in $^1/_2$ nat. Gr., a Stempel, b Staubgefäße, c Samen vergr.)

Fig. 10. Das Winter- oder Sinngrün (Vinca minor), immergrünes Holzgewächs mit krautigen kriechenden, rankenförmigen Stengeln, lederartigen Blät- tern und im Frühling ſich entwickelnden, einzelnſtehen- den, zarten blauen Blumen, wächſt in Mitteleuropa auf ſteinigem Boden unter Gebüſch und in Wäldern und wird häufig als Zierpflanze in Gärten und auf Gräbern cultivirt. Iſt als herba Pervincae officinell. (a die ganze Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte im Längsſchnitt in nat. Gr., c Staubgefäß, d Stempel, e Frucht, vergr.)

Fam. 4. Schwalbenwurzähnliche (Asclepiadeae). Unterſcheiden ſich von den Apocyneen, denen ſie am nächſten ſtehen, durch die zu wachsartigen Pol- linarien vereinigten Pollenkörner und den ſcheiben- artigen voluminöſen Narbenköcher, welcher die Spitzen der beiden vollkommen getrennten aus je einem Car- pellarblatt beſtehenden Stempel verbindet. An den fünf Ecken des Narbenkörpers ſind an Drüſen (retinacula) je zwei geſtielte Pollinarien angeheftet, die zu zwei benachbarten zweifächerigen Staubbeuteln gehören, deren Mittelband nach oben in einen Fortſatz ausläuft. Staubfäden in eine Röhre verwachſen, Schlund der Blumenkrone mit einem Kranz Nebenkronenblätter ver- ſehen. Frucht und Samen wie bei den Apocyneen. — Die Asclepiadeen enthalten meiſt auch einen weißen, oft giftigen Milchſaft und ſind zum Theil Sträucher und Kräuter mit ſchlingenden Achſen. Sie wachſen ebenfalls vorzugsweiſe in den warmen Ländern.

Taf. 24, Fig. 11. Die Seidenpflanze (Asclepias syriaca). Schöne, im Orient heimiſche, in unſern Gärten häufig zur Zierde gebaute Staude mit bis mannshoch werdenden Stengeln und hellpurpurrothen Blüten in dichter endſtändiger Dolde. (Abgeb. Ende des Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., a Blüte von der Seite in nat. Gr., b Staubgefäße, c Same, vergr.) — Zu den Asclepiadeen gehört auch die beliebte Wachs- oder Porzellanblume (Hoya carnosa) aus dem tropiſchen Aſien.

Den Asclepiadeen und Apocyneen verwandt iſt die ganz tropiſche Familie der Loganiaceen, zu denen der Krähenaugenbaum (Strychnos Nux vomica) ge- hört, deſſen Samen die äußerſt giftigen Brechnüſſe oder Krähenaugen (nuces vomicae) ſind. Der Saft ver- ſchiedener anderer Strychnosarten wird von den In- dianern Guianas zur Bereitung des berüchtigten Curare- Pfeilgiftes mit verwendet.

Fam. 5. Oelbaumgewächſe (Oleaceae). Holz- gewächſe mit wäſſerigem Safte, gegenſtändigen ein- fachen, ganzrandigen, nebenblattloſen Blättern, in Trauben oder Riſpen geſtellten regelmäßigen Zwitter- blüten, welche aus einem vierſpaltigen ſtehenbleibenden Kelch, einer viertheiligen trichter-, präſentirteller- oder glockenförmigen Blumenkrone, zwei Staubgefäßen und einem Stempel beſtehen und eine Steinfrucht, Beere oder Kapſel zur Frucht haben. Samen wenige, mit Eiweiß. — Bewohnen die gemäßigte und tropiſche Zone.

Taf. 24, Fig. 12. Der gemeine Oelbaum, Olivenbaum (Olea europaea), ein in allen am Mittelländiſchen Meer liegenden Ländern, beſonders in Griechenland, Italien, Südfrankreich, Spanien und Portugal allgemein cultivirter immergrüner Baum von zweifelhaftem Vaterlande, aus deſſen kleinen gelblich- weißen Blüten ſich kirſchen- oder pflaumenförmige, reif

schwarze Steinfrüchte entwickeln, deren saftiges grünes Fleisch das bekannte Baum- oder Olivenöl liefert. Wird sehr alt, liefert ein schönes sehr dauerhaftes Nutzholz. (Abgeb. ein blühender und ein fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., a Blüte von oben, b Kelch mit Stempel, vergr.; c Frucht in $^1/_2$ nat. Gr., d im Querschnitt.) — Zu den Oleaceen gehören der Liguster (Ligustrum vulgare) und die verschiedenen überall als Ziergehölze angebauten Syringen oder türkische Hollunder (Syringa vulgaris, persica, chinensis).

Fam. 6. Jasminartige (Jasmineae). Unterscheiden sich von den Oleaceen durch den fünfspaltigen Kelch und die fünflappige Blumenkrone, sowie durch die andere Richtung der Samen und Beschaffenheit des Sameneiweißes. Blätter meist zusammengesetzt (dreizählig oder unpaarig gefiedert), selten einfach. Sonst stimmen sie mit den Oleaceen überein. Sie sind der Mehrzahl nach im tropischen Asien zu Hause.

Taf. 24, Fig. 13. Der echte Jasmin (Jasminum officinale), ein aufrechter Strauch mit wohlriechenden weißen Blumen, war früher officinell, wird häufig in Gewächshäusern gezogen. Der gemeine oder unechte Jasmin gehört zu einer ganz andern Familie (s. Saxifragaceen). (Abgeb. ein Blütenzweig in nat. Gr.)

Fam. 7. Ebenholzartige (Ebenaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der tropischen, subtropischen und wärmern gemäßigten Zone mit hartem schweren Holz, abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzrandigen Blättern, meist eingeschlechtigen Blüten und beeren- oder kapselartigen, meist nur wenige eiweißhaltige Samen umschließenden Früchten.

Taf. 24, Fig. 14. Die Dattelpflaume (Diospyros Lotus), ein baumartig werdender, in Nordafrika und dem südlichsten Europa vorkommender Strauch, mit sauern doch eßbaren Beeren, wird für den Lotos der Lotophagen Homer's gehalten. (a männlicher Zweig in $^1/_6$ nat. Gr., b weibliche, c männliche Blumenkrone, aufgeschnitten, vergr.) — D. Ebenum, Ebenaster, Melanoxylon und andere in Ostafrika und Ostindien einheimische Arten liefern das Ebenholz.

Fam. 8. Sapotaceen (Sapotaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der Tropengegenden mit weichem, Milchsaft enthaltendem Holze, abwechselnden nebenblattlosen einfachen Blättern, achselständigen regelmäßigen Zwitterblüten und mehrfächerigen wenigsamigen Beeren. Samen eiweißhaltig.

Taf. 24, Fig. 15. Der Guttaperchabaum (Isonandra Gutta), auf Borneo und Celebes zu Hause, ein großer schöner Baum mit weißen Blüten, liefert die bekannte Guttapercha, welche aus dem Milchsaft gewonnen wird. (Abgeb. ein blühender Zweig in $^2/_3$ nat. Gr., a eine geschlossene, d eine geöffnete Blüte, e Stempel, vergr.; c junge Frucht, b Frucht im Querschnitt, vergr.)

Fam. 9. Styraceen (Styraceae). Glatte oder mit Sternhaaren bedeckte Bäume und Sträucher des tropischen Asien und Amerika, zum Theil auch in der wärmern gemäßigten Zone vorkommend, mit abwechselnden nebenblattlosen einfachen ganzrandigen oder gesägten Blättern und regelmäßigen einzelnstehenden oder traubig angeordneten, blattwinkelständigen Blüten, aus denen sich Steinfrüchte mit eiweißhaltigen Samen entwickeln. Alle besitzen aromatische Benzoësäure enthaltende Harze.

Taf. 24, Fig. 16. Der Benzoëbaum (Styrax Benzoïn oder Benzoïn officinale), ein auf den Molukken heimischer Baum, liefert das wohlriechende Benzoëharz. (Abgeb. ein blühender Zweig, stark verkl.; a Blüte, b Frucht in nat. Gr.)

Dritte Unterklasse
Dialypetalae, Dikotyledonen mit getrennt-blätteriger Blumenkrone
(Tafel 25—30.)

I. Ordnung der Schirmträger (Gewächse mit schirmförmig angeordneten Trugdolden, Köpfchen gestellten Blüten, einem unterständigen Fruchtknoten, einem rudimentären Kelch, 4, 5, 10 oder mehr peri- oder epigynischen Scheibe einblättern und Staubgefäßen und ein bestehen. Frucht eine Beere. Samen mit den Keim umschließenden

Fam. 1. Hartriegelartige (Bäume und Sträucher, seltener Kräuter, mit nebenblattlosen, einfachen, ganzrandigen, regelmäßigen, in von Hüllblättern umgebenen Köpfchen und Trugdolden gestellten geschlechtigen Blüten, vier Kelchzähnen und Staubgefäßen und meist beerenfrüchten mit zwei- bis dreifächerigem Kern der gemäßigten und kalten Zone der Kugel.

Taf. 25, Fig. 2. Der Kornelkirschbaum (Cornus mas), ein in Mittel- und Südeuropa häufig als Zier- und Obstbaum angepflanztes strauchförmiges Holzgewächs, mit gelben, in verhüllte Köpfchen gestellten Blüten im Frühling vor dem Laubausbruch erscheinende zolllange im Herbst reifende rothe Steinfrüchte mit säuerlichsüßem Fleische hervorbringt. Das sehr harte dem sehr ähnlichen des überall in Europa kommenden Hartriegels (C. sanguinea) in flachen zusammengesetzten nach der aufblühenden Trugdolden, Steinfrüchte schwarz) von den Uhrmachern zum werk der Wanduhren sehr gesucht. zwei Blütenköpfchen, b Blüte, vergr.

Fig. 3. Der schwedische Hartriegel (C. suecica), eine niedliche kleine, in Nordeuropa noch in Norddeutschland vorkommende Pflanze mit kriechendem Rhizom, bei von weißen rothgeaderten Hüllblättern und kugelige scharlachrothe süße Früchte. Pflanze in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte, pel, vergr.; d Früchte in nat. Gr., Querschnitt, vergr.)

Fam. 2. Araliaceen (Araliaceae). Sträucher, selten perennirende Kräuter, stacheligen, wol auch kletternden Stämmen wickelnden Achsen. Blätter abwechselnd ständig, ohne Nebenblätter, meist gefingert förmig gelappter Fläche, oft auch zusammengesetzt; Blätter regelmäßig, zwitterig in nackten oder verhüllten Köpfchen, dolden, mit ganzem oder gezähntem zehn und mehr Staubgefäßen und einem Griffel. Frucht beerenartig, von 2, 4, 5, 7, 8, 12 Fächern und Samen der tropischen und subtropischen Zone gemäßigten Nordamerika, Nordasien.

Taf. 25, Fig. 1. Der Epheu (Hedera Helix), einzige Repräsentant der Araliaceen in Europa, immergrüner kletternder Strauch, welcher hohes Alter erreicht und bekanntlich an Felsen und Baumstämmen emporklettert und ganz überzieht. Nur alte Pflanzen haben an den blütentragenden Zweigen

nblatt ähnlich geformte Blätter. Blüten grünlich, ren ſchwarz. Das Holz der alten bisweilen über ſechs l ſtarken Stämme iſt ſehr fein, hart und ſchwer, bräunlicher Farbe. (a blühender Zweig in $^1/_3$. Gr., b Blüte, c Staubgefäße und Stempel, vergr.; e Beere in nat. Gr., f Steinkern, vergr.)
lus dem Mark einer in Japan und China vor- menden baumartigen Araliacee (Aralia papyrifera) iten die Japaneſen und Chineſen ihr berühmtes denpapier.

fam. 3. **Doldengewächſe** (Umbelliferae). Kräu- ſelten Halbſträucher und Sträucher, erſtere mit tigen, oft geſtreiften oder gefurchten, zwiſchen den ten hohlen Stengeln und Aeſten. Blätter ab- hſelnd mit ſcheidigem, ſtengelumfaſſendem Stiel (Blatt- ſcheide oft bauchig aufgetrieben, weißhäutig, bis- len ſehr groß), einfach, aber ſelten ganz, meiſt er- oder handförmig gelappt, zertheilt, zerſchnitten, ſcheinbar vielfach zuſammengeſetzt. Blüten meiſt elmäßig und zwitterlich, klein, gewöhnlich in eine ammengeſetzte Dolde geſtellt, ausnahmsweiſe in igdolden, Köpfchen, Knäuel geordnet; Blütenſtände oder ohne Hüllblätter. Fruchtknoten mit dem i Griffel tragenden Griffelpolſter bedeckt, am Rande f Kelchzähne oder einen ſchmalen Kelchſaum tragend, umenblätter und Staubgefäße fünf, miteinander wechſelnd. Frucht bei der Reife vertical in zwei lſten (Theilfrüchte, Maricarpien) ſpaltend, welche öhnlich von einem nach oben in zwei Schenkel ge- ilteten Stiel (Fruchtträger, carpophorum) getragen rden (Taf. 25, Fig. 4 d). Jede Theilfrucht iſt an t nach außen gekehrten Fläche (Rückenfläche) mit nf Haupt- und vier dazwiſchen befindlichen Nebenrip- n (juga primaria und secundaria) verſehen (Fig. 4 e), lche bald blos als Linien oder erhabene Streifen, ld als häutige Flügel (z. B. die Nebenrippen bei serpitium, Fig. 11), bald als Stachelreihen (Fig. d) ausgebildet erſcheinen. Innere Fläche (Nath) er jeden Theilfrucht meiſt eben. Hier und unter i Zwiſchenräumen der Rippen (in den Thälchen) mit matiſchen Gummiharz erfüllte Kanäle (Oelſtreifen, tae), welche als matt glänzende dunkle Striche durch Fruchtwand hindurchſchimmern (Fig. 5 g, 8 d). de Theilfrucht enthält einen Samen mit großem weißkörper und wird von einer Hälfte des Griffel- ſters gekrönt. — Die Doldengewächſe bilden eine größten und natürlichſten Familien und ſind über ganze Erde verbreitet, jedoch in der gemäßigten ne der nördlichen Halbkugel am häufigſten. Sie fallen nach Decandolle in 3 Unterfamilien und Gruppen. Neben den in den Früchten niemals lenden, bisweilen auch in andern Theilen enthaltenen mmiharzen kommen bei einigen giftige Alkaloide, andern und zwar in den Wurzeln oder Rhizo- n reichliche Mengen von Stärke und nahrhaftem hleim vor.

Taf. 25, Fig. 4. Der **gemeine Fenchel** (Foeni- lum vulgare), eine zweijährige in Südeuropa hei- ſche, in Deutſchland oft angebaute Pflanze mit hell- ünen in haarförmige Zipfel zerſchnittenen Blättern d gelben Blüten, deren Stengel bisweilen Manns- be erreicht. Die graugelben, eigenthümlich ſüßlich würzhaft ſchmeckenden und riechenden Früchte werden s Gewürz und zu Heilzwecken (Theen, Wäſſern) nutzt. (a Stengelgipfel, b Wurzel in $^1/_3$ nat. Gr., Blüte, dreimal vergr.; d aufgeſprungene Frucht drei- al, e Querſchnitt durch die eine Hälfte, fünfmal rgr.) — Dem Fenchel ähnlich iſt der **Dill** (Anethum raveolens), von jenem durch die ringsherum ſchmal eflügelte Frucht unterſchieden.

Fig. 5. Der **Waſſerſchierling** (Cicuta virosa), eine in faſt ganz Europa in Teichen, Waſſergräben und Sümpfen wachſende Staude mit rübenförmigem fleiſchi- gen, inwendig gefächert hohlem Rhizom, dickem bläulich bedufteten Stengel, runden hohlen Blattſtielen, doppelt- fiederſchnittigen Blättern, weißen Blüten und länglichen gerippten Früchten. Die grundſtändigen Blätter ſind ſehr groß, oft gegen zwei Fuß lang. Die ganze Pflanze iſt ſehr giftig, namentlich aber der gelbliche ſüße Schleim der Fächer des Wurzelſtocks, welcher angeblich zur Be- reitung des berüchtigten Schierlingstranks der alten Griechen verwendet worden ſein ſoll. (a blühender Stengeltheil, b grundſtändiges Blatt, c Wurzelſtock, ſenkrecht durchſchnitten, in $^1/_3$ nat. Gr.; d Blüte, e junger Fruchtknoten, viermal vergr.; f aufgeſprungene Frucht in nat. Gr., g Querſchnitt dreimal vergr.)

Fig. 6. Der **Gartenſchierling**, die **Gleiße** oder **Hundspeterſilie** (Aethusa Cynapium), gemeines Unkraut, auf Gartenbeeten, Schutt, an Wegen wachſend, iſt eine ſehr giftige Pflanze, welche um ſo gefährlicher werden kann, als ſie oft unter der Peterſilie wächſt und mit dieſer dann leicht verwechſelt wird. Der Gartenſchierling, eine einjährige Pflanze, unterſcheidet ſich von der ſtets zweijährigen Peterſilie durch die feiner zertheilten, glänzend dunkelgrünen Blätter, welche zwiſchen den Fingern gerieben einen knoblauchartigen Geruch entwickeln, ſonſt geruchlos ſind, durch die weißen Blüten und die nur zur Hälfte ausgebildeten aus drei herabhängenden linealen Blättchen beſtehenden Hüllchen unter jedem Dölchen. (a Blütenzweig, Blatt und Wurzel in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c junge Frucht, drei- mal vergr.; d aufſpringende Frucht, e Theilfrucht im Querſchnitt, ſtärker vergr.)

Fig. 9. Der **gefleckte Schierling** (Conium maculatum), eine zweijährige, an ſteinigen Orten unter Gebüſch, auch auf humoſem Boden an Hecken, auf Schutt u. ſ. w. in faſt ganz Europa vorkommende, ebenfalls ſehr giftige Pflanze iſt an den dunkelblut- rothen Flecken des gefurchten Stengels und der Aeſte und namentlich an den wellig gekerbten Rippen der kugelig-eiförmigen Früchte zu erkennen. Die Stengel werden bis mannshoch, die Blätter ſind dreifach fieder- ſchnittig, bisweilen fein zertheilt, die Blüten weiß, die Dolden mit Haupt- und Nebenhüllen verſehen. Iſt zugleich eine heilkräftige Arzneipflanze. (a, b Stengel- ſtöcke in $^1/_3$ nat. Gr., c Wurzel, verkl.; d Frucht, doppelt vergr.; e Querſchnitt einer Theilfrucht, dreimal vergr.) — Sehr häufig werden der **zwiebelige Kälberkropf** (Chaerophyllum bulbosum), eine un- ſchädliche Pflanze, deren fleiſchige Wurzel neuerdings durch die Cultur zu einer wohlſchmeckenden Rübe (Körbelrübe) geworden iſt, und der **Taumel-Kälber- kropf** (Chaer. temulum), eine allerdings auch giftige Pflanze, wegen der rothen Flecken ihrer Stengel für den Schierling gehalten. Beide unterſcheiden ſich durch die langgeſtreckten glatten Früchte.

Fig. 7. Der **Anis** (Pimpinella Anisum), einjährige, häufig im kleinen angebaute, im Orient heimiſche weißblühende Pflanze, deren aromatiſch-ſüß ſchmecken- den graugrünen Früchte als Gewürz und Arzneimittel gebraucht werden. (a ganze Pflanze in $^1/_4$ nat. Gr., b Blüte, c Frucht, d dieſelbe im Querſchnitt, ſechsmal vergr.) — Mit dem Anis verwandt iſt der überall auf trockenen Wieſen wachſende **Bibernell** (P. Saxi- fraga), welcher ſich durch die ausdauernde Wurzel, die nicht dreitheiligen, ſondern fiedertheiligen Grundblätter und die nicht ſüßen Früchte von der vorigen Art un- terſcheidet.

Fig. 8. Der **Stinkaſant** (Narthex Asa foetida) Das unter dem Namen Aſafötida oder Teufelsdreck

bekannte abscheulich stinkende Gummiharz wird durch verschiedene Doldengewächse der zwischen dem Kaspischen Meer, Aralsee und Persien befindlichen Wüsten producirt, unter denen Scorodosma foetidum und die abgebildete Pflanze die Hauptrolle spielen. Beide sind höchst stattliche, oft über mannshohe Stauden mit gewaltigen fleischigen Rhizomen, aus deren stinkendem Milchsaft das genannte Gummiharz vorzugsweise gewonnen wird. Scorodosma hat eingeschlechtige, Narthex dagegen Zwitterblüten von gelblicher Farbe. (a die ganze Pflanze, sehr verkleinert; b ein Theil des Stengels in 1/3 nat. Gr., c Blüte, d junge Frucht, vergr.; e Querschnitt durch die Frucht, stärker vergr.)

Fig. 10. Die Mohrrübe oder Möhre (Daucus Carota), bekannte, allgemein angebaute Nährpflanze, welche auch überall auf Aeckern, bebautem Boden, Schutt wild wächst (die wilde Pflanze hat eine schmächtige holzige Wurzel), und sich durch fiederspaltige Hüllblättchen und weichstachelige Früchte auszeichnet. Man baut sie in vielen Varietäten und Sorten. (a blütentragender Stengeltheil, b Wurzel mit Grundblättern, c ein Theil der Wurzel in 1/3 nat. Gr., d eine halbe Frucht, f eine querdurchschnittene Fruchthälfte, g eine Blüte, viermal vergr.; e der Fruchtträger, dreimal vergr.)

Fig. 11. Frucht des breitblätterigen Laserkrautes (Laserpitium latifolium), einer perennirenden, in Laubwäldern Mitteleuropas wachsenden, früher officinellen Pflanze, die sich durch die in breite Flügel ausgedehnten Nebenrippen der Früchtchen auszeichnet (Fig. viermal vergr.).

Zu den Doldengewächsen gehören ferner die Petersilie (Petroselinum sativum), der Sellerie (Apium graveolens), der Koriander (Coriandrum sativum), der Pastinak (Pastinaca sativa), die Zuckerwurzel (Sium Sisaron), der Kümmel (Carum Carvi), die Engelwurz (Archangelica officinale), das Liebstöckel (Levisticum officinale), der Kerbel (Anthriscus Cerefolium) u. a. m.

II. Ordnung der Gehörntfrüchtigen (Corniculatae). Früchte (Kapseln oder Beeren) von den stehenbleibenden oft verhärteten Griffeln gekrönt, Fruchtknoten halb- oder ganz unterständig oder auch ganz oberständig, Samen mit fleischigem, den Keim umschließendem Eiweiß. — Holzgewächse und Kräuter mit meist nebenblattlosen abwechselnden, seltener gegenständigen, einfachen oder fiederförmig zusammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitterblüten.

Hierher gehören die Familien der Steinbrechgewächse (Saxifragaceae), Pfeifenstrauchartigen (Philadelpheae) und Johannisbeerartigen (Ribesiaceae). Die beiden erstern haben eine verschieden gebaute mehrsamige Kapsel, die letztern eine mehrsamige breierfüllte Beere zur Frucht. Zu den Saxifrageen gehört die auf

Taf. 25, Fig. 12 in 1/3 nat. Gr. abgebildete eichenblätterige Hortensie (Hydrangea quercifolia), ein in Gärten eingepflanzter nordamerikanischer Strauch, der sich durch seine weißen Blumen und durch die fiederspaltigen Blätter von der bekannten aus China und Japan eingeführten gemeinen oder Gartenhortensie (Hydrangea hortensis) unterscheidet. Bei allen Arten von Hydrangeen kommen zweierlei Blüten in den schirmförmigen Trugdolden vor, kleine fruchtbare Zwitterblüten mit zehn Staubgefäßen und fünf Blumenblättern (Fig. 12 a vergr., b Stempel im senkrechten Durchschnitt, stark vergr.), und große geschlechtslose mit vierlappigem corollinischen Kelchrande.

Zu der Familie der Philadelpheen gehört der S. 62 erwähnte unechte Jasmin (Philadelphus coronarius und grandiflorus). Alle Pfeifensträucher haben [illegible] ständige Blätter, vier Blumenblätter und viele [illegible] gefäße.

Fig. 15. Die gemeine Johannisbeere (R. rubrum), bekannter, überall angepflanzter, in [illegible] europa hier und da in Wäldern (ob wirklich [illegible] vorkommender Strauch mit schlaff herabhängenden lockern Trauben grünlicher Blüten, aus denen [illegible] roth, bald fleischroth, bald weiß gefärbten Beeren [illegible] stehen. (a blühender Zweig, b Fruchttraube in [illegible] Gr., c Blüte, d Staubgefäß, e Stempel, [illegible] f Beere im Durchschnitt, nat. Gr.; g Samen [illegible] Längsschnitt, vergr.) — Zu der Gattung Ribes hören ferner: die schwarze Johannisbeere (R. nigrum), ein in sumpfigen Wäldern des nördlichen Mitteleuropa wild wachsender und auch oft in Gärten angebauter Strauch mit bisamartig duftenden und eigenthümlich aromatisch schmeckenden schwarzen Beeren, und der Stachelbeerstrauch (Ribes Grossularia), welcher bekanntlich einzeln stehende Blüten und Beeren trägt und mit Stacheln bewaffnet ist.

III. Ordnung der saftvollen Pflanzen (Succulentae). Kräuter und Holzgewächse mit [illegible] dicken saftvollen Blättern, oft auch Stämmen und Ästen und mit meist regelmäßigen Zwitterblüten, welche mit dem oft fleischigen Blütenboden verwachsenen blätterigen Kelch, drei bis viele Blumenblätter, Staubgefäße und einen oder mehrere Stempel haben, aus denen Kapseln, Balgfrüchte oder Beeren hervorgehen.

Fam. 1. Dickblätterige (Crassulaceae). [illegible] und Sträucher mit zerstreuten, bisweilen [illegible] rosettenständigen einfachen, gewöhnlich ganzrandigen Blättern und meist in Trauben oder Trugdolden gestellten zwitterlichen selten eingeschlechtigen Blüten, welche meist fünf Kelchblumenblätter und [illegible] ten, sowie 10 Staubgefäße selten mehr [illegible] (bis 20) besitzen und vielsamige meist getrennte [illegible] in eine mehrfächerige Kapsel vereinigte Balgfrüchte [illegible] vorbringen. Keim im Eiweiß eingeschlossen. — Crassulaceen sind über die gemäßigte und [illegible] Zone beider Hemisphären verbreitet und besonders [illegible] Cap der guten Hoffnung und auf den Canarischen [illegible] seln reichlich vertreten.

Taf. 25, Fig. 13. Die gemeine Fetthenne (Sedum Telephium). Die artenreiche Gattung [illegible] zerfällt in Arten mit kleinen schmalen (linealen, walzigen, kugeligen) und mit großen breiten Blättern. Erstere, welche meist viele sterile Stengel neben den verlängerten blütentragenden hervortreiben, werden „Mauerpfeffer" genannt (die verbreitetste ist der gemeine Mauerpfeffer, Sedum acre, an Felsen, mauern, an Felsen u. s. w. in dichten Polstern wachsend), letztere „Fetthennen". Diese treiben oft [illegible] aber keine oder nur wenige sterile Stengel. [illegible] weißlich, seltener gelb oder roth gefärbten [illegible] stehen in schirmförmigen zusammengesetzten Trugdolden. S. Telephium, die gemeinste Art, wächst häufig auf Aeckern und an felsigen Orten; ihre Blätter [illegible] wie Portulak benutzt werden. (a, b eine ganze [illegible] in 1/3 nat. Gr., c Blüte, d Staubgefäß, e [illegible] im Durchschnitt, f Samen, g derselbe durchschnitten, vergr.) Die Arten von Sedum haben fünfzählige Kelch- und Blumenblätter und Stempel und getrennte zehn Staubgefäße.

Fig. 14. Funk's Hauswurz (Sempervivum Funkii), eine in den österreichischen Alpen [illegible] wachsende Pflanze mit hellrothen Blüten. Die Gattung Sempervivum unterscheidet sich von Sedum und andern durch 10—20 Kelch- und Blumenblätter

o oder doppelt so viele Staubgefäße; ihre zahl-
n sterilen Triebe treten immer als Blattrosetten
Die verbreitetste Art ist die früher officinell ge-
ie, auf Lehmmauern, selbst auf Rohrdächern, aber
an Felsen wachsende, ebenfalls roth blühende
eine Hauswurz (S. tectorum), deren zungen-
ige dicke Blätter in der Volksheilunde als kühlen-
Mittel bei Wunden und entzündeten Hautstellen
vendet zu werden pflegen. (a Semp. Funkii in
at. Gr., b Durchschnitt durch eine Blüte zweimal
, c stärker vergr.)

m. 2. Cactusgewächse (Cacteae). Holzgewächse
ropischen und subtropischen Amerika mit eigenthüm-
oft sehr merkwürdig gestalteten (kugeligen, kürbis-,
igen-, band-, säulenförmigen, einfachen oder ver-
ten, gegliederten oder ungegliederten) Stämmen,
e gewöhnlich mit stern- oder büschelförmigen Stacheln
t sind und, wenige Arten ausgenommen, der Blätter
hren. Stämme und Aeste fleischig-saftig, erst im
verholzend, mit grüner Oberhaut umkleidet. Blüten
nstehend, sitzend oder kurz gestielt, knospenförmig
den Zweigen oder dem Stamme hervorbrechend,
zwitterlich und regelmäßig, oft groß und prachtvoll,
vielblätterigem corollinischen Kelch, vielblätteriger
lenkrone, vielen Staubgefäßen und einem Stempel.
t beerenartig, vielsamig, Samen ohne Eiweiß.

f. 26, Fig. 1 zeigt eine Gruppe mexicanischer
en, und zwar links an der Felswand einen
onencactus (Echinocactus), neben der Wand
Säulencactus (Cereus) dahinter eine india-
e Feige (Opuntia coccinellifera). Von diesem
us, auf dessen aus breiten fleischigen Gliedern be-
nden Aesten die werthvolle Cochenille-Schild-
ē (Coccus Cacti) lebt, zeigt Fig. 2 ein Glied mit
lüten in 1/2 nat. Gr. Die Blüten sind gelb.
andere mexicanische Art, die gemeine india-
e oder Wundfeige (Opuntia vulgaris) wird in
Mittelmeerländern zu Hecken benutzt und kommt
auch verwildert vor. Ihre süßen, äußerlich aber
stacheligen Früchte werden allgemein gegessen, ihre
ig-saftigen Blattzweige zerschnitten auf Wunden
Kühlung aufgelegt. Sie wird auch bei uns häufig
Topfgewächs gezogen.

g. 3. Der Schlangencactus (Cereus hexagonus),
südamerikanische Art mit großen feuerrothen Blu-
(a ein Stachelstern, vergr.).

l den Succulanten gehören ferner die Familien
Zicoideen und der Portulakartigen (Portu-
eae). Pflanzen der erstgenannten Familie sind die
blumigen Zaserblumen (Mesembryanthemum),
Mehrzahl am Cap zu Hause ist, und der neu-
ländische Spinat (Tetragonia expansa). Außer
gemeinen als Suppenkraut geschätzten Portulak
tulaca oleracea), einer südeuropäischen Pflanze, hat
Gattung Portulaca, desgleichen Calandria, schön-
ige Zierpflanzen geliefert. Auch der in Quito
ische, knollentragende Ullut (Ullucus tuberosus),
welchem man ein Surrogat für die Kartoffel ge-
en zu haben glaubte, gehört zu den Portulacaceen.

. Ordnung der Kelchblütler (Calycanthae).
ter, selten strauchartige Gewächse, mit regelmäßigen
t zwitterlichen Blüten, deren Kelchröhre mit dem
rständigen Fruchtknoten verwachsen ist und an ihrer
ze (im Schlunde des verwachsenblätterigen Kelchs)
Blumenblätter und Staubgefäße trägt. Frucht eine
amige nicht selten schotenförmige Kapsel oder eine
rsamige Beere, selten eine ein- bis wenigsamige
artige Schließfrucht. Unter den hierher gehörigen
milien verdient hier blos erwähnt zu werden die
familie der Nachtkerzenartigen (Onagrarieae).
Meist Kräuter mit gegen- oder zerstreutständigen, neben-
blattlosen einfachen Blättern und theils einzeln ge-
stellten (blattwinkelständigen), theils ährig oder traubig
gruppirten, gewöhnlich ansehnlichen und lebhaft ge-
färbten Blüten, welche 2—4 Kelchabschnitte, vier kreuz-
weis gestellte Blumenblätter, vier oder acht freie Staub-
gefäße und einen fadenförmigen Griffel mit vier Narben
am Ende besitzen. Kapsel oder Beere, selten Nuß.
Samen ohne Eiweiß. — Sind über die ganze Erde
zerstreut, jedoch am häufigsten im gemäßigten Nord-
amerika. In Europa ist diese Familie besonders durch
zahlreiche Arten der Gattung Weidenröschen (Epi-
lobium), und durch einige Arten von Nachtkerzen
(Oenothera) vertreten.

Taf. 26, Fig. 4. Die schneeglöckchenblütige
Fuchsie (Fuchsia galanthiflora), schöne, hier in 1/2
nat. Gr. abgebildete Zierpflanze mit rothem Kelch und
weißer Blumenkrone, ist ein durch die Kunst englischer
Gärtner erzeugter Bastard. Die meisten Zierfuchsien
sind Varietäten oder Bastarde der in Chile heimischen
F. coccinea, welche ursprünglich scharlachrothe Kelch-
und Blumenblätter besitzt. Alle Fuchsien stammen aus
Südamerika und tragen saftige beerenartige mehrsamige
Früchte.

Verwandt mit den Onagrarieen und den nur aus
Wasserpflanzen bestehenden Haloragеen ist die merk-
würdige Gattung der Wassernüsse (Trapa), welche
nach einigen eine besondere Familie (Trapaceae) bilden
muß. Fig. 5 zeigt die europäische, in Deutschlands
Seen und Teichen sehr verbreitete und daselbst oft
massenhaft auftretende Wassernuß (Trapa natans). Die
mit ihren flach ausgebreiteten Blättern auf dem Wasser
schwimmende Pflanze hat an dem langen fadenförmigen
untergetauchten Stengel haarförmig fiederschnittige
Blätter, die man lange Zeit irrigerweise für Wurzeln ge-
halten hat, während die dicken lederartigen Schwimm-
blätter in der Mitte aufgetriebene und daselbst hohle (als
Schwimmblasen dienende) Stiele haben. Aus den
Fruchtknoten der kleinen unscheinbaren Blüten entsteht
eine sehr hartschalige, mit vier spitzen Hörnern ver-
sehene, einem vierarmigen Anker vergleichbare Nuß
mit eßbarem wohlschmeckenden Kern. (a ganze Pflanze,
sehr verkl.; b Stempel und Staubgefäß, c Blüte, vergr.;
d Nuß im Verticalschnitt, e dieselbe von der Seite
gesehen, in 1/2 nat. Gr.)

V. Ordnung der Myrtenblütigen (Myrtiflorae).
Bäume und Sträucher mit gegen-, quirl- oder wechsel-
ständigen, einfachen, ganzrandigen Blättern, ohne oder
mit abfallenden Nebenblättern und mit regelmäßigen
Zwitterblüten, welche aus einem unterständigen, mit
dem hohlen Blütenboden und dem Kelchrohr verwachsenen
Fruchtknoten, einem mehrspaltigen Kelchsaume, einer
mehrblätterigen Blumenkrone, zahlreichen oft polyadel-
phischen Staubgefäßen und einem Griffel bestehen.
Frucht vom Kelchsaum, oft auch vom Griffel gekrönt,
zwei- bis vielfächerig, kapsel- oder beerenartige Samen
ohne Eiweiß. — Folgende Familien dieser Ordnung
sind besonders bemerkenswerth:

Fam. 1. Granatbäume (Granateae). Bäume
mit in Dornen auslaufenden Aesten und nebenblatt-
losen Blättern. Blüten endständig, gebüschelt, groß,
mit 5—7 Blumenblättern, welche sammt den zahlreichen
freien Staubgefäßen auf dem Rande des kreiselförmigen
lederartigen, den Fruchtknoten umschließenden hohlen
Blütenbodens eingefügt sind, mit dem der in 5—7 Lappen
geschiedene hochgefärbte Kelch verwachsen ist. Frucht
apfelförmig, vom Kelch gekrönt, mit lederartiger Schale,
inwendig durch dünne verticale und horizontale Scheide-
wände in Fächer abgetheilt, an deren Wandungen sehr
zahlreiche Samen mit dicker glasiger Fleischhülle in-

einandergepreßt sitzen. Einzige Gattung: Punica, im tropischen Amerika heimisch.

Taf. 26, Fig. 6. Der gemeine Granatapfelbaum (Punica Granatum), ein durch brennend scharlachrothe Blumen und große röthliche Früchte mit eßbaren Samen ausgezeichneter Baum oder Strauch, wird in Südeuropa als Obstbaum, bei uns als Ziergehölz in Gewächshäusern cultivirt. Die Blumen und Fruchtschalen sind officinell. (a ein blühender Zweig in $^1/_8$ nat. Gr., b Längsschnitt durch den Fruchtknoten in $^1/_2$ nat. Gr., c Griffel, vergr.; d, e Frucht im Längs- und Querschnitt in $^1/_8$ nat. Gr., f Keim im Querschnitt, vergr.)

Fam. 2. Myrtenartige (Myrtaceae). Immergrüne Holzgewächse mit meist nebenblattlosen lederartigen, gewöhnlich von Oeldrüsen punktirt aussehenden, ganzrandigen Blättern und meist achselständigen, in Aehren, Trauben, Büschel, Doldentrauben, seltener einzeln gestellten Blüten, welche aus drei, fünf oder sechs oft gefärbten, bald freien bald zu einem abfallenden Deckel verwachsenen Kelchblättchen, ebenso vielen Blumenblättern, zahlreichen oft polyadelphischen Staubgefäßen und einem Griffel mit kopf- oder schildförmiger Narbe zusammengesetzt sind. Frucht nuß-, kapsel- oder beerenartig. — Die durch ätherische Oele und Gerbstoffe ausgezeichneten Myrtaceen bilden eine sehr große Familie, welche vorzugsweise die Tropenländer Amerikas und Neuhollands bewohnt, übrigens in der ganzen tropischen und suptropischen Zone beider Hemisphären zahlreiche Vertreter hat. Einzelne Arten kommen auch in Südeuropa, Nordamerika und dem antarktischen Südamerika vor.

Taf. 26, Fig. 7. Der Gewürznelkenbaum (Caryophyllus aromaticus), auf den Molukken heimisch und jetzt in Ost- und Westindien allgemein angebaut, liefert die Gewürznelken (d. h. die noch nicht aufgeblühten oder auch abgeblühten Blüten), aus denen das Nelkenöl bereitet wird. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Spitze des Fruchtknotens mit einem Bündel Staubgefäße in nat. Gr., c Blumenblatt, vergr.; d Längsschnitt durch eine abgeblühte Blüte, in nat. Gr.; e Querschnitt durch den Fruchtknoten, f Staubgefäße, vergr.)

Fig. 8. Der Paranußbaum (Bertholletia excelsa), ein Riesenbaum der Urwälder Guayanas und Nordbrasiliens, liefert die als amerikanische oder Paranüsse in den Handel kommenden dreikantigen hartschaligen Nüsse, welche einen mandelartig schmeckenden ölreichen Kern besitzen und nichts anderes als die Samen der bis Mannskopf großen, dickschaligen, holzigen Deckelfrucht sind. (a eine halbirte Kapsel mit den darin steckenden Samen in $^1/_4$ nat. Gr., b Samen, c derselbe im Querschnitt, d Samenkern in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 9. Die gemeine Myrte (Myrtus communis), ein in Südeuropa und Nordafrika an Flußufern und feuchten, sumpfigen Orten wachsender Strauch, welcher auch baumartig wird, trägt einzelnstehende weiße Blüten und braunschwarze Beeren. Die Brautmyrte ist eine kleinblätterige Varietät, welche selten wild vorkommt, desto häufiger aber als Topfgewächs cultivirt wird. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Staubgefäß, d Same im Durchschnitt, vergr.; c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 10. Der Cajeputbaum (Melaleuca Cajeputi), ein auf den Molukken wachsender Baum, aus dessen Blättern das officinelle Cajeputöl bereitet wird. Die Blüten sind weiß, die Früchte erbsenförmige vielsamige mit drei Klappen aufspringende Kapseln. (Abgeb. ein blühender und fruchttragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., a Blüten in nat. Gr., b Kelch, c Querschnitt des Fruchtknotens, vergr.)

Zu den Myrtaceen gehören ferner die auf den Antillen heimische Eugenia Pimenta, deren unreife, getrocknete Beeren als Neuwürz in den Handel kommen, das auf Ceylon wachsende Syzygium caryophyllatum, dessen Rinde den Nelkenzimmt liefert, der neuholländische Eucalyptus resinifera, aus dessen Saft das australische Kino bereitet wird, u. s. w. Die Früchte vieler Arten sind in den Tropenländern als Obst geschätzt (namentlich diejenigen von Psidium pyriferum und pomiferum in Westindien). Das Holz der Arten von Metrosideros ist wegen seiner außerordentlichen Härte als Eisenholz berühmt.

VI. Ordnung der Rosenblütigen (Rosiflorae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit meist abwechselnden und gewöhnlich von Nebenblättern begleiteten einfachen, seltener zusammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitter-, selten eingeschlechtigen Blüten, welche gewöhnlich eine fünfblätterige Blumenkrone und zahlreiche freie Staubgefäße besitzen, die sammt den Blumenblättern am Rande eines bald flachen, bald convexen oder hohlen, mit dem Kelch verwachsenen Blütenboden eingefügt sind. Stempel meist zahlreich, selten einzig; Frucht sehr verschieden, Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Apfelfrüchtige (Pomaceae). Bäume und Sträucher mit abwechselnden, einfachen, selten unpaarig gefiederten Blättern und freien, meist abfallenden Nebenblättern. Blüten in endständigen Trauben, Doldentrauben oder Trugdolden, selten einzeln und mit einem hohlen als unterständiger Scheinfrucht auftretenden Blütenboden, welcher ein bis fünffächerige Fruchtknoten umschließt, zu denen ebenso das Centrum der Blumen einnehmende Griffel gehören. Frucht (Apfelfrucht, pomum) mit dicker Fleischhülle (die verdickte Wandung der hohlen Blütenachse), welche weder ein- bis mehrsamige Kapselfächer oder ein bis fünf einsamige Steinkerne umschließend, vom stehengebliebenen Kelch gekrönt. — Die Pomaceen sind in der gemäßigten und sub-tropischen Zone der nördlichen Erdkugel zu Hause. Zu ihnen gehören unsere Kernobstbäume (die Apfel- und Birnbäume, Arten der Gattung Pyrus von unbekannter Herkunft, aber wahrscheinlich aus Asien stammend, sowie die Quitte), die Mispel, die Mehlfäßchen- oder Weißdornarten, die Eberesche u. a. m.

Taf. 26, Fig. 11. Der Quittenbaum (Cydonia vulgaris), ein meist als Strauch, seltener als kleiner Baum auftretendes Gewächs, welches angeblich in Kreta heimisch sein soll, an der obern Donau verwildert vorkommt und häufig als Obstgehölz angebaut wird. Blätter ganzrandig, unterseits weißfilzig, Blumen groß, weiß, Frucht groß apfel- oder birnförmig (Apfel- und Birnquitte), filzig, goldgelb, sehr wohlriechend, aber frisch ungenießbar, mit holzigem Fleisch und vielsamigen Kapselfächern. Samenschale sehr schleimhaltig (Quittenschleim). Die Quittensamen sind deshalb officinell. (a blühender Zweig, c Frucht, d dieselbe im Längsschnitt, in $^1/_8$ nat. Gr.; b Blumenblatt, $^1/_2$ nat. Gr.) — Zur Zierde wird häufig die japanische Quitte (Cydonia japonica) in Gärten cultivirt, ein im ersten Frühling noch vor dem Laubausbruch prächtige purpurrothe Blüten entwickelnder Strauch, welcher am besten am Spalier gezogen gedeiht.

Fig. 12. Der Eberesche-, Ebschen-, Vogelbeer- oder Pielbeerbaum (Sorbus Aucuparia), bekannter durch ganz Mittel- und Nordeuropa verbreiteter Waldbaum mit unpaarig gefiederten Blättern, weiße käseartig duftenden, in zusammengesetzte schirmförmige Doldentrauben gestellten Blüten und scharlachrothen beerenförmigen, herbsauern Früchten mit drei einsamigen Kapselfächern. (a blühender Zweig in $^1/_8$ nat. Gr.

Frucht, verkl.; c, d dieselbe im Längs- und Quer-
nitt in nat. Gr., e, f Längs- und Querschnitt durch
n Samen, vergr.)

Fig. 13. Der Weiß-, Mehl- oder Hagedorn (Crataegus Oxyacantha), ein durch fast ganz Europa verbreiteter, oft zur Zierde angebauter oder zu lebenden Hecken benutzter Strauch, welcher auch zu einem kleinen Baum zu werden vermag, mit dornigen oder dornspitzigen Zweigen, fiederspaltigen Blättern, weißen Blüten und länglichen rothen, zwei bis drei Steinkerne enthaltenden Früchten (Mehlfäßchen), deren mehlige Fruchthülle genießbar ist, aber fade schmeckt. (a, b blüht- und blütentragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., c Knospe, d Blüte, e Frucht in nat. Gr.) — Fast ebenso häufig ist der eingriffliche Weißdorn (C. monogyna), von voriger Art fast nur durch blos einen Griffel und durch einkernige Früchte verschieden. Von dieser häufiger zu einem Baume werdenden Art hat man in den Gärten Formen mit einfachen und gefüllten pfirsichrothen Blüten. Außerdem werden viele nordamerikanische und asiatische Arten von Crataegus als Sträucher und Bäume, als Ziergehölze cultivirt.

Fig. 14. Der Mispelstrauch (Mespilus germanica), nicht allein in Deutschland, sondern in beinahe ganz Mittel- und Südeuropa in Gebüschen vereinzelt vorkommender und in manchen Gegenden auch häufig gebauter Strauch mit einzelnen Dornen, länglichen flaumhaarigen ganzrandigen Blättern und einzeln stehenden weißen Blüten, bringt von dem ausgewachsenen Kelch gekrönte kreiselförmige, reif gelbbraune Früchte hervor, welche, wenn sie einen Frost bekommen oder lange gelegen haben, teigig werden und dann genießbar, von säuerlich-süßem Geschmack sind. Sie enthalten fünf Steinkerne. (a Frucht, b dieselbe im Längs-, c im Querschnitt, in $^2/_3$ nat. Gr.)

Fam. 2. Rosengewächse (Rosaceae). Kräuter oder Sträucher mit abwechselnd gestellten, bald einfachen oder selten ganzen, meist hand-, finger- oder fiederförmig zertheilten, bald unpaarig gefiederten, dreizähligen oder fingerförmigen Blättern und an den Blattstiel angewachsenen Nebenblättern. Blüten zwitterlich, selten eingeschlechtig, in Trugdolden, Doldentrauben, Rispen oder einzeln, endständig, mit meist fünf, selten bis acht Kelch- und Blumenblättern und vielen, selten wenigen freien Staubgefäßen. Stempel meist viele, im Centrum oder Grunde des scheiben-, becher- oder krugförmigen (hohlen) Blütenbodens, bisweilen auf einer centralen Säulen-, kegel- oder kugelförmigen Verlängerung desselben (z. B. bei Geum) sitzend, mit einfächerigem Fruchtknoten und einem Griffel. Einsamige Nüßchen oder ein- bis vielsamige Balgkapseln. — Die Rosaceen bilden eine große Familie, deren Arten so ziemlich über die ganze Erde verbreitet, jedoch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel zu Hause sind.

Taf. 26, Fig. 15. Die Kussopflanze (Brayera anthelmintica), deren gedörrte Blüten in neuerer Zeit als ein schätzbares Mittel zum Abtreiben des Bandwurms bekannt geworden sind, ist ein in Abessinien wachsendes baumartig werdendes Holzgewächs mit unpaarig fiederschnittigen Blättern und in große Rispen zusammengedrängten ziemlich kleinen hellgrünen Blüten. (a ein Seitenzweig einer endständigen Rispe in $^1/_3$ nat. Gr., b eine Blüte von oben gesehen, mit ihren Deckblättern, dreimal vergr.; c Blüte im Längsschnitt, stärker vergr.)

Taf. 27, Fig. 1. Die Hundsrose (Rosa canina). Alle Rosen besitzen einen unterständigen von dem krugförmigen, kugeligen oder flaschenförmigen Blütenboden gebildeten Scheinfruchtknoten, welcher aber nicht wie bei den Pomaceen oben verwachsen ist, sondern eine Oeffnung besitzt, aus welcher die Griffel der in dem hohlen Blütenboden eingeschlossenen zahlreichen Stempel hervorragen (b). Aus diesem Scheinfruchtknoten entsteht die Hagebutte oder Rosenfrucht, welche bei der Hundsrose stets scharlachroth ist. Diese Rosen, deren sehr wohlriechende Blüten bald hellrosenroth bald fast weiß sind und deren schlanke Wurzelschossen allgemein zum Oculiren mit andern Rosen genommen werden, ist durch ganz Europa verbreitet und durch gekrümmte breitgedrückte Stacheln ausgezeichnet. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Längsschnitt durch eine Blüte, etwas vergr.; c Stempel vergr.)

Zu den Rosaceen gehören ferner: die Himbeere (Rubus idaeus), die Brombeerarten (verschiedene Arten von Rubus), die Erdbeeren (verschiedene Arten von Fragaria), die Nelkenwurz (Geum urbanum), die Fingerkräuter (Potentilla), die Spierstauden und Spiersträucher (Spiraea), die Goldnessel (Kerria japonica) u. a. m.

Fam. 3. Mandelbaumartige (Amygdalaceae). Unterscheiden sich von den Rosaceen dadurch, daß die Blüte nur einen Stempel enthält, welcher im Grunde der verschieden geformten Kelchröhre (richtiger des röhrigen Blütenbodens) befestigt ist, und durch die einkernige Steinfrucht, welche sich aus dem Fruchtknoten entwickelt. Kelch fünfspaltig, Blumenblätter fünf, sammt den zahlreichen Staubgefäßen auf einen den Schlund der Kelchröhre auskleidenden Ring eingefügt. — Die Mandelgewächse, lauter Sträucher und Bäume mit abwechselnden einfachen ganzen Blättern und abfallenden Nebenblättern, sind der Mehrzahl nach durch die gemäßigte und subtropische Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Zu ihnen gehören alle unsere Steinobstarten.

Taf. 27, Fig. 2. Die gemeine Traubenkirsche (Cerasus Padus), ein in Mittel- und Nordeuropa an Ufern und in feuchten Laubwäldern wachsender und oft zur Zierde angepflanzter Baum oder Strauch, ist durch die langen Blütentrauben von den echten Kirschen, bei denen die Blüten stets in Büscheln stehen und lang gestielt sind, sowie durch die beerenförmigen Früchte mit netzgrubigem Steinkern unterschieden. Früchte reif schwarz, mit sehr dünnem bitterlich-süßem Fleische. Die Rinde ist officinell. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Blumenblatt, vergr.; c Frucht, d Kern in nat. Gr.) — Eine andere Art Traubenkirsche ist der in Kleinasien heimische Kirschlorber (C. Laurocerasus), ein immergrüner Baum mit lederartigen, blausäurehaltigen Blättern und kirschengroßen Früchten. Die Blätter sind officinell. — Unter den eigentlichen Kirschen sind die Vogelkirsche (C. avium), die Stammpflanze aller Süßkirschensorten, und die Sauerkirsche (C. acida) die bemerkenswerthesten. Letztere stammt aus dem Kaukasus, während die Vogelkirsche in Europa heimisch ist. — Nahe verwandt mit den Kirschen ist die Gattung der Pflaumen- und Zwetschenbäume (Prunus), zu welcher der gemeine Pflaumenbaum (P. domestica), die Aprikose (P. armeniaca) und der Schleh- oder Schwarzdorn (P. spinosa) gehören.

Fig. 3. Der Mandelbaum (Amygdalus communis), ein in allen Mediterranländern in zahllosen Abarten angebauter kleiner Baum oder Strauch, welcher im Orient und Nordafrika heimisch zu sein scheint, blüht sehr zeitig im Jahr und zwar vor der Entfaltung der Blätter und reift seine Früchte, von denen allein der im Steinkern eingeschlossene Same (die Mandel) genießbar ist, im September. Kelch purpurn, Blumenblätter röthlichweiß oder rosa, Fruchtschale mit gelblich-grauem Filz bedeckt. (a Blüten-, b Fruchtzweig in

einandergepreßt sitzen. Einzige Gattung: Punica, im tropischen Amerika heimisch.

Taf. 26, Fig. 6. Der gemeine Granatapfelbaum (Punica Granatum), ein durch brennend scharlachrothe Blumen und große röthliche Früchte mit eßbaren Samen ausgezeichneter Baum oder Strauch, wird in Südeuropa als Obstbaum, bei uns als Ziergehölz in Gewächshäusern cultivirt. Die Blumen und Fruchtschalen sind officinell. (a ein blühender Zweig in 1/8 nat. Gr., b Längsschnitt durch den Fruchtknoten in 1/2 nat. Gr., c Griffel, vergr.; d, e Frucht im Längs- und Querschnitt in 1/8 nat. Gr., f Keim im Querschnitt, vergr.)

Fam. 2. Myrtenartige (Myrtaceae). Immergrüne Holzgewächse mit meist nebenblattlosen lederartigen, gewöhnlich von Oeldrüsen punktirt aussehenden, ganzrandigen Blättern und meist achselständigen, in Aehren, Trauben, Büschel, Doldentrauben, seltener einzeln gestellten Blüten, welche aus drei, fünf oder sechs oft gefärbten, bald freien bald zu einem abfallenden Deckel verwachsenen Kelchblättchen, ebenso vielen Blumenblättern, zahlreichen oft polyadelphischen Staubgefäßen und einem Griffel mit kopf- oder schildförmiger Narbe zusammengesetzt sind. Frucht nuß-, kapsel- oder beerenartig. — Die durch ätherische Oele und Gerbstoffe ausgezeichneten Myrtaceen bilden eine sehr große Familie, welche vorzugsweise die Tropenländer Amerikas und Neuhollands bewohnt, übrigens in der ganzen tropischen und suptropischen Zone beider Hemisphären zahlreiche Vertreter hat. Einzelne Arten kommen auch in Südeuropa, Nordamerika und dem antarktischen Südamerika vor.

Taf. 26, Fig. 7. Der Gewürznelkenbaum (Caryophyllus aromaticus), auf den Molukken heimisch und jetzt in Ost- und Westindien allgemein angebaut, liefert die Gewürznelken (d. h. die noch nicht aufgeblühten oder auch abgeblühten Blüten), aus denen das Nelkenöl bereitet wird. (a blühender Zweig in 1/8 nat. Gr., b Spitze des Fruchtknotens mit einem Bündel Staubgefäße in nat. Gr., c Blumenblatt, vergr.; d Längsschnitt durch eine abgeblühte Blüte, in nat. Gr.; e Querschnitt durch den Fruchtknoten, f Staubgefäße, vergr.)

Fig. 8. Der Paranußbaum (Bertholletia excelsa), ein Riesenbaum der Urwälder Guayanas und Nordbrasiliens, liefert die als amerikanische oder Paranüsse in den Handel kommenden dreikantigen hartschaligen Nüsse, welche einen mandelartig schmeckenden ölreichen Kern besitzen und nichts anderes als die Samen der bis Mannskopf großen, dickschaligen, holzigen Deckelfrucht sind. (a eine halbirte Kapsel mit den darin steckenden Samen in 1/4 nat. Gr., b Samen, c derselbe im Querschnitt, d Samenkern in 1/2 nat. Gr.)

Fig. 9. Die gemeine Myrte (Myrtus communis), ein in Südeuropa und Nordafrika an Flußufern und feuchten, sumpfigen Orten wachsender Strauch, welcher auch baumartig wird, trägt einzelnstehende weiße Blüten und braunschwarze Beeren. Die Brautmyrte ist eine kleinblätterige Varietät, welche selten wild vorkommt, desto häufiger aber als Topfgewächs cultivirt wird. (a blühender Zweig in 1/2 nat. Gr., b Staubgefäß, d Same im Durchschnitt, vergr.; c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 10. Der Cajeputbaum (Melaleuca Cajeputi), ein auf den Molukken wachsender Baum, aus dessen Blättern das officinelle Cajeputöl bereitet wird. Die Blüten sind weiß, die Früchte erbsenförmige vielsamige mit drei Klappen aufspringende Kapseln. (Abgeb. ein blühender und fruchttragender Zweig in 1/2 nat. Gr., a Blüten in nat. Gr., b Kelch, c Querschnitt des Fruchtknotens, vergr.)

Zu den Myrtaceen gehören ferner die auf den Antillen heimische Eugenia Pimenta, deren unreife getrocknete Beeren als Neuwürz in den Handel kommen, das auf Ceylon wachsende Syzygium caryophyllatum, dessen Rinde den Nelkenzimmt liefert, der neuholländische Eucalyptus resinifera, aus dessen Saft das australische Kino bereitet wird, u. a. — Die Früchte vieler Arten sind in den Tropenländern als Obst geschätzt (namentlich diejenigen von Psidium pyriferum und pomiferum in Westindien). Das Holz der Arten von Metrosideros ist wegen seiner außerordentlichen Härte als Eisenholz berühmt.

VI. Ordnung der Rosenblütigen (Rosiflorae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit meist abwechselnden und gewöhnlich von Nebenblättern begleiteten einfachen, seltener zusammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitter-, selten eingeschlechtigen Blüten, welche gewöhnlich eine fünfblätterige Blumenkrone und zahlreiche freie Staubgefäße besitzen, die sammt den Blumenblättern am Rande eines bald flachen, bald concaven oder hohlen, mit dem Kelch verwachsenen Blütenbodens eingefügt sind. Stempel meist zahlreich, selten nur einziger; Frucht sehr verschieden, Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Apfelfrüchtige (Pomaceae). Bäume und Sträucher mit abwechselnden, einfachen, selten unpaarig gefiederten Blättern und freien, meist abfallenden Nebenblättern. Blüten in endständigen Trauben, Doldentrauben oder Trugdolden, selten einzeln stehend, mit einem hohlen als unterständiger Scheinfrucht auftretenden Blütenboden, welcher ein bis fünffächerige Fruchtknoten umschließt, zu denen ebenso viele das Centrum der Blumen einnehmende Griffel gehören. Frucht (Apfelfrucht, pomum) mit dicker Fleischhülle (die verdickte Wandung der hohlen Blütenachse), welche weder ein- bis mehrsamige Kapselfächer oder ein bis fünf einsamige Steinkerne umschließend, vom stehengebliebenen Kelch gekrönt. — Die Pomaceen sind in der gemäßigten und sub-tropischen Zone der nördlichen Erdkugel zu Hause. Zu ihnen gehören unsere Kernobstbäume (die Apfel- und Birnbäume, Arten der Gattung Pyrus von unbekannter Herkunft, aber wahrscheinlich aus Asien stammend, sowie die Quitte), die Mispeln, die Mehlfäßchen- oder Weißdornarten, die Eberesche u. a. m.

Taf. 26, Fig. 11. Der Quittenbaum (Cydonia vulgaris), ein meist als Strauch, seltener als kleiner Baum auftretendes Gewächs, welches angeblich auf Kreta heimisch sein soll, an der obern Donau noch wildert vorkommt und häufig als Obstgehölz angebaut wird. Blätter ganzrandig, unterseits weißfilzig, Blumen groß, weiß, Frucht groß apfel- oder birnförmig (Apfel- und Birnquitte), filzig, goldgelb, sehr wohlriechend, aber frisch ungenießbar, mit holzigem Fleisch und vielsamigen Kapselfächern. Samenschale sehr schleimhaltig (Quittenschleim). Die Quittensamen sind deshalb officinell. (a blühender Zweig, c Frucht, d dieselbe im Längsschnitt, in 1/8 nat. Gr.; b Blumenblatt in 1/2 nat. Gr.) — Zur Zierde wird häufig die japanische Quitte (Cydonia japonica) in Gärten cultivirt, ein im ersten Frühling noch vor dem Laubausbruch prächtig purpurrothe Blüten entwickelnder Strauch, welcher am besten am Spalier gezogen gedeiht.

Fig. 12. Der Ebereschen-, Ebschen-, Vogelbeer- oder Pielbeerbaum (Sorbus Aucuparia), ein bekannter durch ganz Mittel- und Nordeuropa verbreiteter Waldbaum mit unpaarig gefiederten Blättern, weißen käseartig duftenden, in zusammengesetzte schirmförmige Doldentrauben gestellten Blüten und scharlachrothen beerenförmigen, herbsauern Früchten mit drei einsamigen Kapselfächern. (a blühender Zweig in 1/8 nat. Gr.

) Frucht, verkl.; c, d dieſelbe im Längs- und Quer-
chnitt in nat. Gr., e, f Längs- und Querſchnitt durch
en Samen, vergr.)

Fig. 13. Der Weiß-, Mehl- oder Hagedorn (Crataegus Oxyacantha), ein durch faſt ganz Europa verbreiteter, oft zur Zierde angebauter oder zu lebendigen Hecken benutzter Strauch, welcher auch zu einem kleinen Baum zu werden vermag, mit dornigen oder dornſpitzigen Zweigen, fiederſpaltigen Blättern, weißen Blüten und länglichen rothen, zwei bis drei Steinkerne enthaltenden Früchten (Mehlfäßchen), deren mehlige Fleiſchhülle genießbar iſt, aber fade ſchmeckt. (a, b Frucht- und blütentragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., Knoſpe, d Blüte, e Frucht in nat. Gr.) — Faſt ebenſo häufig iſt der eingriffliche Weißdorn (C. monogyna), von voriger Art faſt nur durch blos einen Griffel und durch einkernige Früchte verſchieden. Von dieſer häufiger zu einem Baume werdenden Art hat man in den Gärten Formen mit einfachen und gefüllten pfirſichrothen Blüten. Außerdem werden viele nordamerikaniſche und aſiatiſche Arten von Crataegus als Sträucher und Bäume, als Ziergehölze cultivirt.

Fig. 14. Der Miſpelſtrauch (Mespilus germanica), in nicht allein in Deutſchland, ſondern in beinahe ganz Mittel- und Südeuropa in Gebüſchen vereinzelt vorkommender und in manchen Gegenden auch häufig angebauter Strauch mit einzelnen Dornen, länglichen weichhaarigen ganzrandigen Blättern und einzeln ſtehenden weißen Blüten, bringt von dem ausgewachſenen Kelch gekrönte kreiſelförmige, reif gelbbraune Früchte hervor, welche, wenn ſie einen Froſt bekommen oder lange gelegen haben, teigig werden und dann eßbar, von ſäuerlich-ſüßem Geſchmack ſind. Sie enthalten fünf Steinkerne. (a Frucht, b dieſelbe im Längs-, c im Querſchnitt, in $^2/_3$ nat. Gr.)

Fam. 2. Roſengewächſe (Rosaceae). Kräuter und Sträucher mit abwechſelnd geſtellten, bald einfachen aber ſelten ganzen, meiſt hand-, finger- oder fiederförmig zertheilten, bald unpaarig gefiederten, dreizähligen oder fingerförmigen Blättern und an den Blattſtiel angewachſenen Nebenblättern. Blüten zwitterlich, ſelten eingeſchlechtig, in Trugdolden, Doldentrauben, Rispen oder einzeln, endſtändig, mit meiſt fünf, ſelten bis acht Kelch- und Blumenblättern und vielen, ſelten wenigen freien Staubgefäßen. Stempel meiſt viele, im Centrum auf dem Grunde des ſcheiben-, becher- oder krugförmigen (hohlen) Blütenbodens, bisweilen auf einer centralen (Kuleu-, kegel- oder kugelförmigen Verlängerung deſſelben (z. B. bei Geum) ſitzend, mit einfächerigem Fruchtknoten und einem Griffel. Einſamige Nüßchen oder ein- bis vielſamige Balgkapſeln. — Die Roſaceen bilden eine große Familie, deren Arten ſo ziemlich über die ganze Erde verbreitet, jedoch vorzüglich in der gemäßigten Zone der nördlichen Halbkugel zu Hauſe ſind.

Taf. 26, Fig. 15. Die Kuſſopflanze (Brayera anthelmintica), deren getrocknete Blüten in neuerer Zeit als ein ſchätzbares Mittel zum Abtreiben des Bandwurms bekannt geworden ſind, iſt ein in Abeſſinien wachſendes baumartig werdendes Holzgewächs mit unpaarig fiederſchnittigen Blättern und in große Rispen zuſammengedrängten ziemlich kleinen hellgrünen Blüten. (a ein Seitenzweig einer endſtändigen Riſpe in $^1/_3$ nat. Gr., b eine Blüte von oben geſehen, mit ihren Deckblättern, dreimal vergr.; c Blüte im Längsſchnitt, ſtärker vergr.)

Taf. 27, Fig. 1. Die Hundsroſe (Rosa canina). Alle Roſen beſitzen einen unterſtändigen von dem krug-, kugeligen oder flaſchenförmigen Blütenboden gebildeten Scheinfruchtknoten, welcher aber nicht wie bei den Pomaceen oben verwachſen iſt, ſondern eine Oeffnung beſitzt, aus welcher die Griffel der in dem hohlen Blütenboden eingeſchloſſenen zahlreichen Stempel hervorragen (b). Aus dieſem Scheinfruchtknoten entſteht die Hagebutte oder Roſenfrucht, welche bei der Hundsroſe ſtets ſcharlachroth iſt. Dieſe Roſen, deren ſehr wohlriechende Blüten bald hellroſenroth bald faſt weiß ſind und deren ſchlanke Wurzelſchoſſen allgemein zum Oculiren mit andern Roſen genommen werden, iſt durch ganz Europa verbreitet und durch gekrümmte breitgedrückte Stacheln ausgezeichnet. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Längsſchnitt durch eine Blüte, etwas vergr.; c Stempel vergr.)

Zu den Roſaceen gehören ferner: die Himbeere (Rubus idaeus), die Brombeerarten (verſchiedene Arten von Rubus), die Erdbeeren (verſchiedene Arten von Fragaria), die Nelkenwurz (Geum urbanum), die Fingerkräuter (Potentilla), die Spierſtauden und Spierſträucher (Spiraea), die Goldneſſel (Kerria japonica) u. a. m.

Fam. 3. Mandelbaumartige (Amygdalaceae). Unterſcheiden ſich von den Roſaceen dadurch, daß die Blüte nur einen Stempel enthält, welcher im Grunde der verſchieden geformten Kelchröhre (richtiger des röhrigen Blütenbodens) befeſtigt iſt, und durch die einkernige Steinfrucht, welche ſich aus dem Fruchtknoten entwickelt. Kelch fünfſpaltig, Blumenblätter fünf, ſammt den zahlreichen Staubgefäßen auf einen den Schlund der Kelchröhre auskleidenden Ring eingefügt. — Die Mandelgewächſe, lauter Sträucher und Bäume mit abwechſelnden einfachen ganzen Blättern und abfallenden Nebenblättern, ſind der Mehrzahl nach durch die gemäßigte und ſubtropiſche Zone der nördlichen Halbkugel verbreitet. Zu ihnen gehören alle unſere Steinobſtarten.

Taf. 27, Fig. 2. Die gemeine Traubenkirſche (Cerasus Padus), ein in Mittel- und Nordeuropa an Ufern und in feuchten Laubwäldern wachſender und oft zur Zierde angepflanzter Baum oder Strauch, iſt durch die langen Blütentrauben von den echten Kirſchen, bei denen die Blüten ſtets in Büſcheln ſtehen und lang geſtielt ſind, ſowie durch die beerenförmigen Früchte mit netzgrubigem Steinkern unterſchieden. Früchte reif ſchwarz, mit ſehr dünnem bitterlich-ſüßem Fleiſche. Die Rinde iſt officinell. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Blumenblatt, vergr.; c Frucht, d Kern in nat. Gr.) — Eine andere Art Traubenkirſche iſt der in Kleinaſien heimiſche Kirſchlorber (C. Laurocerasus), ein immergrüner Baum mit lederartigen, blauſäurehaltigen Blättern und kirſchengroßen Früchten. Die Blätter ſind officinell. — Unter den eigentlichen Kirſchen ſind die Vogelkirſche (C. avium), die Stammpflanze aller Süßkirſchenſorten, und die Sauerkirſche (C. acida) die bemerkenswertheſten. Letztere ſtammt aus dem Kaukaſus, während die Vogelkirſche in Europa heimiſch iſt. — Nahe verwandt mit den Kirſchen iſt die Gattung der Pflaumen- und Zwetſchenbäume (Prunus), zu welcher der gemeine Pflaumenbaum (P. domestica), die Aprikoſe (P. armeniaca) und der Schleh- oder Schwarzdorn (P. spinosa) gehören.

Fig. 3. Der Mandelbaum (Amygdalus communis), ein in allen Mediterranländern in zahlloſen Abarten angebauter kleiner Baum oder Strauch, welcher im Orient und Nordafrika heimiſch zu ſein ſcheint, blüht ſehr zeitig im Jahr und zwar vor der Entfaltung der Blätter und reift ſeine Früchte, von denen allein der im Steinkern eingeſchloſſene Same (die Mandel) genießbar iſt, im September. Kelch purpurn, Blumenblätter röthlichweiß oder roſa, Fruchtſchale mit gelblich-grauem Filz bedeckt. (a Blüten-, b Fruchtzweig in

1/2 nat. Gr., c ein Stück Kelch mit Staubgefäßen, fast nat. Gr.; d, e Staubgefäße, viermal, f Pistill, zweimal vergr.; g Durchschnitt durch eine junge Frucht, h deren Kern, i dieselbe im Durchschnitt, k, l Keim im Längs- und Querschnitt, alle Fig. in nat. Gr.) Ein bekannter Zierstrauch ist die Zwergmandel (A. nana), im untern Donaugebiet und in Sibirien heimisch. — Zu der Mandelgattung wird oft auch die Pfirsiche (Persica vulgaris) gerechnet, die sich aber durch die dicke genießbare Fleischschale und den kleinen ungenießbaren Samen des sehr hartschaligen Kerns von den Mandeln wesentlich unterscheidet. Sie soll angeblich in Persien zu Hause sein.

VII. Ordnung der Hülsenfrüchtigen (Leguminosae). Kräuter und Holzgewächse der verschiedensten Größe, mit abwechselnden meist zusammengesetzten Blättern stehen bleibenden, selten abfallenden Nebenblättern und gewöhnlich unregelmäßigen Zwitterblüten, welche aus einem ganzblätterigen mit dem concaven Blütenboden verwachsenen Kelche, einer mehrblätterigen meist schmetterlingsförmigen Blumenkrone, 10 bis vielen freien oder verwachsenen Staubgefäßen und einem Stempel bestehen, aus welchem sich am häufigsten eine Hülse, selten eine Gliederhülse oder Schließfrucht entwickelt. Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Schmetterlingsblütler (Papilionaceae). Kräuter, Sträucher und Bäume mit dreizähligen, gefingerten oder gefiederten, seltener einfachen ganzen Blättern, deren Mittelrippe oder gemeinschaftlicher Blattstiel nicht selten in eine Ranke ausläuft und welche am Grunde des Stiels zwei Nebenblätter haben. Letztere erscheinen bei manchen Arten (z. B. bei der gemeinen Robinia oder unechten weißen Akazie, Robinia Pseudacacia) in Dornen umgewandelt. Blüten gewöhnlich zwitterlich, in Trauben, Aehren, Rispen, Dolden, selten einzeln achselständig. Kelch röhrig, mit fünftheiligem, oft zweilippigem Saum, Blumenkrone fünfblätterig, schmetterlingsförmig. Staubgefäße zehn (meist neun in einer Rinne, welche den gestreckten Fruchtknoten umgibt, mit ihren Filamenten verwachsen und das zehnte frei, seltener alle 10 monadelphisch verwachsen, noch seltener völlig frei), Griffel hakig gebogen. — Die Papilionaceen, nächst den Compositen die größte Familie unter den Samenpflanzen, sind über die ganze Erde verbreitet, in größter Artenzahl jedoch im tropischen Afrika zu finden. Sie haben uns eine Menge Nähr-, Futter-, Arznei-, Handels- und Zierpflanzen geliefert und zerfallen in viele Gruppen.

Taf. 27, Fig. 4. Die gemeine Erbse (Pisum sativum). Die Gattung Pisum zeichnet sich durch die überaus großen Nebenblätter und die breite zurückgeschlagene Fahne der Blumenkrone aus. Die Blüten stehen bei den meisten Arten zu zweien an einem blattwinkelständigen Stiele. Die in vielen Varietäten cultivirte gemeine Erbse soll aus dem Orient stammen. (a Stück eines blühenden Zweiges in 2/3 nat. Gr., b Kelch mit Stempel, nat. Gr.) — Die Zuckererbse (P. saccharatum) soll nur eine Abart von P. sativum sein.

Fig. 5. Die Kichererbse (Cicer arietinum), eine einjährige, in Südeuropa, dem Orient und Aegypten allgemein angebaute Pflanze von unbekannter Herkunft, mit einzeln stehenden Blüten, ist durch die aufgeblasenen mit klebriger Oxalsäure ausscheidenden und deshalb sauer schmeckenden Haaren bedeckten wenigsamigen Hülsen und durch die einem Widderkopf ähnlich geformten Samen ausgezeichnet, welche noch nahrhafter als Erbsen sind. (a ein blühender Zweig, b Hülse in 1/2 nat. Gr., c, d Samen in nat. Gr.)

Fig. 6. Das spanische Süßholz (Glycyrrhiza glabra), in Südeuropa und im Orient heimische [illegible] dort wie auch anderwärts im großen angebaute Staude mit dickem holzigen Wurzelstock, welcher das offizinelle Süßholz liefert, aus dem der Lakritzensaft (succus Liquiritiae) bereitet wird. Die Blätter sind kahl, [illegible] in schmächtigen Aehren stehenden sehr kleinen Blüten schmuzig lila, die Hülsen länglich, zusammengedrückt, kahl. (a Stengelspitze mit Blüten- und Fruchtähren in 1/4 nat. Gr., b Blüte, c Geschlechtsorgane, d Blumenblätter, e Staubbeutel, f Stempel im Durchschnitt vergr.)

Fig. 7. Die Esparsette (Onobrychis sativa), [illegible] in Mittel- und Südeuropa hin und wieder an Kalkfelsen wild wachsende und auf kalkhaltigem Boden häufig angebaute, sehr nahrhafte Futterpflanze, welche da sie perennirend ist, mehrere Jahre hintereinander reichlichen Ertrag liefert. Die Blumen sind auf [illegible] rothem Grunde purpurn gestreift, die Früchte, wie bei allen Arten von Onobrychis, einsamig, nicht aufspringend. (a eine ganze Pflanze in 1/3 nat. Gr., b Blüte, c Flügel derselben, d Schiffchen in nat. Gr., e Hülse, f Samen, zweimal vergr.)

Fig. 8. Die Indigopflanze (Indigofera [illegible]). Der bekannte blaue Farbstoff, Indigo, kann aus dem Safte sehr verschiedener Pflanzen (z. B. von Isatis tinctoria und Polygonum tinctorium) gewonnen werden, die Hauptmasse desselben wird aber von verschiedenen Arten der ganz tropischen Gattung Indigofera gewonnen, unter denen die hier abgebildete einen [illegible] vorragenden Platz einnimmt. I. Anil ist ein südamerikanischer Strauch mit blauen Blüten und gefächerten Hülsen. (a ein blühender Zweig in 1/4 nat. Gr., b Blüte, c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 9. Die Serradella (Ornithopus sativus), einjährige, im südwestlichen Europa heimische Pflanze, welche neuerdings unter ihrem portugiesischen Volksnamen als Futterpflanze Eingang gefunden hat und auf Sandboden gebaut zu werden pflegt. Die Gattung Vogelfuß (Ornithopus) besitzt sichelförmig gekrümmte zusammengedrückte Gliederhülsen. O. sativus hat rosenrothe Blüten und unterscheidet sich hierdurch, wie durch bedeutendere Größe in allen Theilen von dem auch in Deutschland auf magerm Sandboden hier und da wachsenden O. perpusillus. (a blühende, b fruchttragender Zweig in 2/3 nat. Gr., c Hülse, zweimal vergr.)

Andere bekannte und allgemein angebaute Futterkräuter dieser Familie sind die Luzerne (Medicago sativa), der rothe oder gemeine Kopfklee (Trifolium pratense), der weiße kriechende Klee (Trif. repens), der schwedische Klee (Trif. hybridum), der Honig- oder Pferdeklee (Melilotus officinalis), die Futterwicke (Vicia sativa) u. a. m.

Fig. 10. Die Erdeichel, Erdpistazie, Mandelbohne (Arachis hypogaea). Dieses in allen Tropenländern und auch im südlichen Europa wegen seiner schmackhaften und ölreichen Samen als Nähr- und Oelpflanze angebaute Gewächs, welches angeblich im tropischen Amerika heimisch sein soll, ist besonders dadurch merkwürdig, daß es seine Früchte (nicht aufspringende zweisamige Hülsen mit korkiger Schale) unter dem Boden reift. Nach der Blütezeit biegt sich nämlich der Blütenstiel abwärts und dringt sich verlängert mit der Blüte in den Boden ein. Die Pflanze ist einjährig, treibt bis fünf Fuß lange Stengel und blüht blaßgelb. (a eine Pflanze in 1/4 nat. Gr., b Frucht in nat. Gr.)

Fig. 11. Der Färberginster (Genista tinctoria), ein durch ganz Mittel- und Südeuropa verbreiteter Kleinstrauch, dessen goldgelbe Blumen einen gelben

arbstoff enthalten, welcher benutzbar ist. Doch wird e Pflanze nirgends angebaut. (a Endstück eines ühenden Stengels in 1/3 nat. Gr., b Blumenblätter nat. Gr., c Kelch mit den Staubgefäßen und dem riffel, zweimal vergr.; d Hülse in nat. Gr., e Samen, derselbe im Längs-, g im Querschnitt, viermal vergr.) ie artenreiche Gattung der Ginster besteht aus zum heil dornigen Sträuchern und Halbsträuchern, welche r Mehrzahl nach in Südeuropa und Nordafrika vormmen und meist einfache ganze Blätter, in Aehren, rauben, Köpfchen gestellte gewöhnlich gelbe Blüten it zweilippigem Kelch und eine zweischneidig zummengedrückte mehrsamige Hülse besitzen.

Zu den Papilionaceen gehören ferner die Robinien, lschlich von den Laien Akazien genannt (Gatt. obinia), lauter nordamerikanische Bäume, unter denen e gemeine weiße (R. Pseudacacia) auch in Deutschnd bis 70 Fuß hoch wird; die Linse (Ervum Lens), e Wolfsbohnen (Lupinus albus und luteus), die uffbohne (Vicia Faba), die gemeine Bitsbohne Phaseolus vulgaris) und die türkische Bohne (Ph. ultiflorus), die Blasenschote (Colutea aborescens) . a. m.

Fam. 2. Cäsalpiniaceen (Caesalpiniaceae). äume Sträucher, selten Stauden mit einfach bis ppelt und dreifach gefiederten, selten ganz einfachen lättern und in Trauben, Aehren oder einzeln gestellten witterblüten, welche einen röhrigen Kelch, eine fünfätterige zweilippige oder fast regelmäßige Blumenkrone nd neun bis zehn oder viele freie Staubgefäße besitzen. rucht eine Hülse oder Gliederhülse, letztere oft nicht erspringend sondern geschlossen bleibend, bisweilen ogar steinfruchtartig. — Die Cäsalpiniaceen bewohnen ie Tropenländer, die meisten sind im tropischen Afrika nd Amerika heimisch.

Taf. 27, Fig. 12. Die Tamarinde (Tamarindus idica), ein prächtiger in Ostindien und vielleicht auch n tropischen Afrika wild wachsender und in allen ropenländern angepflanzter Baum mit paarig gefiederten lättern und endständigen Trauben großer weißer thgeaderter Blüten, liefert das als Abführmittel geräuchliche Tamarindenmus (pulpa Tamarindorum). ies ist der angenehm säuerlich schmeckende Brei, welcher ie Fächer der geschlossen bleibenden holzigen Gliederülse ausfüllt. (Fruchttragender Zweig in 1/3 nat. Gr.)

Fig. 13 und 14. Sennapflanze (Cassia lanceolata nd C. Senna). Die wegen ihrer abführenden Wirkung ekannten Sennesblätter oder Folia Sennae kommen on verschiedenen im tropischen Afrika wachsenden Arten er Gattung Cassia, zu denen die beiden genannten ehören. Die Cassien besitzen einen fünfblätterigen bfallenden Kelch, fünf genagelte Blumenblätter, zehn taubgefäße und einen gestielten Stempel, aus welchem ch eine je nach der Art sehr verschieden geformte ülse oder Gliederhülse entwickelt. Die Cassien sind hönblühende Sträucher mit einfach gefiederten Blättern nd meist goldgelben Blumen. (Fig. 13, a ein blühener Zweig von C. lanceolata in 1/3 nat. Gr., b Frucht n Querschnitt, nat. Gr.; Fig. 14, a eine Blütentraube on C. Senna in 1/3 nat. Gr., b ein Keim, fünffach ergr.; c eine Hülse in 1/3 nat. Gr., d dieselbe quer urchschnitten, nat. Gr.)

Fig. 15. Der Heuschreckenbaum (Hymenaea courbaril), ein Baum des südlichen Amerika, welcher en bekannten Copallack liefert. Dies ist das Harz es Baums, welches sowol aus der Rinde hervorquillt als auch sich unter den Wurzeln alter Bäume n großen Klumpen ansammelt. Der Stamm des Baums reicht bis 80 Fuß Höhe und bis 9 Fuß Umfang, ie Blättchen sind lederartig und stehen zu zwei am Blattstiel, die Blüten haben einen lederartigen Kelch und fünf weiße Blumenblätter, die braunen Früchte mit dicker holziger Schale werden bis 1/2 Fuß lang. (a ein Zweig, b eine Hülse, c dieselbe im Querschnitt, d ein Samen, e derselbe im Querschnitt; alles in 1/3 nat. Gr.)

Fig. 16. Der Johannisbrotbaum (Ceratonia Siliqua), ein stattlicher immergrüner Baum mit dichtbelaubter abgerundeter Krone, welcher im ganzen mittelländischen Gebiete seiner sehr nahrhaften Früchte wegen im großen Maßstabe angebaut wird und dort vermuthlich auch zu Hause ist. Blüten polygamisch, zwitter- und eingeschlechtige Blüten untereinander, alle mit fünftheiligem Kelch und fünf Staubgefäßen, aber ohne Blumenkrone, von grünlicher Farbe, Frucht eine fleischig-musige gefächerte, nicht aufspringende Hülse von im reifen Zustande chocoladenbrauner Farbe. Diese Früchte, deren Schale Buttersäure enthält und deshalb einen widerlichen Geruch hat, aber süß schmeckt, werden im Orient, in Spanien und anderwärts vorzüglich als Viehfutter (für Schweine, Rindvieh, Maulthiere) benutzt, in Deutschland unter dem Namen „Johannisbrot" als Leckerbissen verkauft und sind auch officinell. (a ein Zweig in 1/3 nat. Gr., b Blüte, c unreife Frucht im Längsschnitt, vergr.; d, e Hülse, ganz und im Längsschnitt, in 1/3 nat. Gr.)

Zu den Cäsalpiniaceen gehören ferner: Haematoxylon Campechianum, ein großer Baum Centralamerikas, welcher das Campeche- oder Blauholz liefert, Caesalpinia echinata, ein brasilianischer Baum, dessen ebenfalls färbendes Holz als Fernambukholz in den Handel kommt, Copaifera Jacquini, ein Baum des aequatorialen Amerika, von welchem der Copaivabalsam abstammt, die Christusakazie (Gleditschia triacanthos) u. a. m.

Fam. 3. Mimosaceen (Mimosaceae). Bäume und Sträucher, selten Kräuter, erstere oft mit Dornen bewaffnet, alle mit alternirenden meist doppelt- oder dreifach gefiederten, bisweilen reizbaren Blättern und mit freien, nicht selten dornigen Nebenblättern. Bei vielen neuholländischen Akazien sind statt der Blätter Phyllodien (blattförmige Blattstiele) vorhanden. Blüten meist zwitterlich, klein, regelmäßig, in Aehren und Köpfchen, seltener in Rispen und Doldentrauben, mit vier- bis fünfspaltigem Kelch, vier- bis fünfblätteriger Blumenkrone und meist vielen freien Staubgefäßen. Hülse oder Gliederhülse. — Gewächse der tropischen und subtropischen Zone, der Mehrzahl nach in Südafrika, Neuholland und dem tropischen Amerika zu Hause.

Taf. 27, Fig. 17. 18. Die echte Akazie (Acacca vera) und die Akazie vom Nil (A. nilotica) gehören zu denjenigen Mimosaceen, welche arabisches Gummi liefern. Diese Substanz ist im Holze aller Mimosaceen und auch vieler Papilionaceen enthalten, in größter Menge aber in demjenigen der genannten und einiger andern Akazienarten (A. gummifera, A. Verek, A. Ehrenbergii u. a.), welche alle im tropischen Afrika und Arabien zu Hause sind und von denen manche, wie A. Verek, ganze Wälder bilden. Das Gummi schwitzt an den Stämmen und Aesten in Klumpen aus, die an der Luft erhärten. Diese Akazien haben alle doppelt gefiederte Blätter, kugelige Blütenstände und Gliederhülsen. Die Blüten sind, wie bei fast allen Akazien, gelb. (Fig. 17, a ein Zweig mit Blüten in 1/3 nat. Gr., b Stück einer Hülse in nat. Gr.; Fig. 18, a blühender Zweig in 1/3 nat. Gr., b Blüte, vergr.: c Gliederhülse in nat. Gr.)

Zu der Gattung Mimosa gehören die in Brasilien heimischen sogenannten Sinnpflanzen (M. sensitiva,

M. pudica u. a.), welche reizbare Blätter besitzen (d. h. bei Berührung die Blätter senken und die Blättchen übereinander schieben und gleichzeitig abwärts senken) und dadurch seit Jahrhunderten berühmt sind. Am häufigsten wird M. pudica, eine einjährige Pflanze mit blaßrothen in Köpfchen stehenden Blüten, cultivirt.

VIII. Ordnung der Terebinthineen (Therebinthineae). Bäume und Sträucher mit alternirenden unpaarig gefiederten oder einfachen, meist nebenblattlosen Blättern, Blüten meist zwitterlich und regelmäßig, mit verwachsenblätterigem Kelche, am Grunde des Kelchs eingefügten Blumenblättern und Staubgefäßen. Ein einziger, bisweilen unterständiger Fruchtknoten oder viele, dann stets oberständige Stempel. Nuß, Steinfrucht oder Kapsel. Samen ohne Eiweiß.

Fam. 1. Walnußgewächse (Juglandineae). Sommergrüne Bäume mit nebenblattlosen, gefiederten Blättern und diklinischen Blüten, von denen die männlichen in hängende walzige Kätzchen gestellt und mit einem schüsselförmigen zwei- bis sechsblätterigen Perigon sowie mit drei oder vielen Staubgefäßen versehen sind, die weiblichen dagegen zu wenigen an einem kurzen aufrechten Stiele traubig oder gebüschelt stehen und einen unterständigen Fruchtknoten mit kleinem vierblätterigen Perigon und meist zwei großen fleischigen Narben besitzen. Steinfrucht mit faseriger, ungenießbarer, zuletzt aufreißender Fleischhülle und zweischaligem Steinkern, in dessen großer zur Hälfte einfächeriger Höhle der eigenthümlich geformte vierlappige eßbare Same liegt, dessen Kotyledonen sehr ölhaltig sind. Die Juglandineen sind vorzugsweise in Nordamerika zu Hause, einige kommen in Westasien, Japan und Java vor. Ihre Blätter und Fruchtschalen enthalten einen wässerigen harzigen aromatischen Saft, ihr Holz ist als Möbelholz sehr geschätzt.

Taf. 28, Fig. 1. Der gemeine Walnußbaum (Juglans regia) soll aus Persien stammen, wird aber seit Jahrtausenden in Südeuropa cultivirt, woher sich sein Anbau bis Mitteldeutschland verbreitet hat. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Schuppe des männlichen Kätzchens in nat. Gr., c Staubgefäße, vergr.; d weibliche Blüte in nat. Gr., e Nuß im Längsschnitt in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fam. 2. Pistazienartige (Terebinthaceae). Sommer- oder immergrüne Bäume und Sträucher mit nebenblattlosen einfachen, dreizähligen oder gefiederten Blättern und eingeschlechtigen kleinen in Aehren oder Rispen gestellten Blüten, welche aus einem drei- bis fünfspaltigen meist persistenten Kelch, drei bis fünf Blumenblättern, eben oder doppelt so vielen Staubgefäßen resp. einem bis sechs Stempeln bestehen, von denen vier bis fünf steril zu sein pflegen. Einsamige Steinfrucht. — Die Terebinthaceen bewohnen vorzüglich die Tropenzonen, außerhalb derselben kommen nur wenige auf beiden Hemisphären vor. Viele enthalten Milchsaft, die meisten einen wässerigen oft harzigen Saft, einige sind giftig, andere (z. B. die in allen Tropengegenden cultivirte Mangopflaume, Mangifera indica) liefern eßbare Früchte.

Taf. 28, Fig. 2. Der Nierenfruchtbaum (Anacardium occidentale), ein immergrüner, zweihäusiger Baum Südamerikas mit einfachen Blättern. Seine nierenförmigen Früchte von etwa $^1/_2$ Zoll Länge, welche in der Mittelschicht ihrer Fruchtschale einen ätzend scharfen, blasenziehenden dunkel gefärbten Balsam (Cardolbalsam) enthalten, kommen als amerikanische Elefantenläuse in den Handel und waren früher officinell. Ihre Samen sind eßbar. (a blüten- und fruchttragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Staubgefäße in nat. Gr.)

Fig. 3. Die Pistazie (Pistacia vera), ein kleiner immergrüner, in Persien, Syrien und am Schwarzen Meer heimischer, in Südeuropa angebauter Baum mit gefiederten Blättern, liefert die wohlschmeckenden in reichen grünen Mandeln (Pistaciae), welche zur Verzierung von Confituren verwendet werden und früher auch officinell waren. Es sind dies die aus den Steinfrüchten herausgeschälten Samenkerne. (a fruchttragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Theil des Blütenstandes in nat. Gr., c männliche, d weibliche Blüten, vergr.

In Südeuropa sind zwei andere strauchige Arten derselben Gattung mit ungenießbaren Früchten weiter verbreitet: der Terpentinbaum (Pistacia Terebinthus) und der Mastixstrauch (Pistacia Lentiscus). Ersterer liefert den cyprischen Terpentin, letzterer das Mastixharz, welches zu Räucherpulvern, Firnissen und Lacken verwendet wird. — Zu den Terebinthaceen gehören ferner: der Essigbaum (Rhus typhinum) in Nordamerika, der Giftsumach (Rhus Toxicodendron), ein nordamerikanischer auch hin und wieder in Gärten verwilderter Strauch mit scharf giftigem Saft, der Gerbersumach (Rh. Coriaria) in Südeuropa, und der häufig zur Zierde angepflanzte, in Südosteuropa heimische Perrükenstrauch (Rh. Cotinus.)

Die andern Familien dieser Ordnung, die Burseraceen und Connaraceen sind ausschließlich Tropengewächse. Arten der erstgenannten aus der Gattung Boswellia liefern das wohlriechende Weihrauchharz, andere aus der Gattung der Balsambäume (Balsamodendron) die Myrrhe und den Meckabalsam, manche andere Burseraceen das Elemiharz. Fast alle diese Pflanzen wachsen im tropischen Asien (in Arabien und Afrika, die Elemipflanzen in Manila, Westindien und Centralamerika.

IX. Ordnung der Kreuzdornartigen (Rhamnoideae). Unterscheiden sich von den Terebinthaceen besonders durch die eiweißhaltigen Samen. Bäume, Sträucher und Stauden mit einfachen, selten zusammengesetzten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter und mit regelmäßigen, meist zwitterlichen, selten eingeschlechtigen Blüten, die einen verwachsen- oder getrennblätterigen Kelch und eine mehrblätterige Blumenkrone, selten blos ein Perigon besitzen, sowie einen einfachen oberständigen Fruchtknoten, aus dem eine kapsel-, beer- oder steinfruchtartige Frucht hervorgeht. Unter den zahlreichen hierher gehörigen Familien können hier nur drei berücksichtigt werden.

Fam. 1. Hülsenartige (Ilicineae). Immergrüne Bäume und Sträucher der warmen und gemäßigten Zone mit alternirenden oder gegenständigen, einfachen nebenblattlosen Blättern, unscheinbaren achselständigen Zwitterblüten und beerenartigen, zwei- bis vielfächerigen Steinfrüchten.

Taf. 28, Fig. 4. Der gemeine Hülsenbaum oder die Stechpalme (Ilex Aquifolium), die einzige in Europa (namentlich im westlichen) vorkommende Art dieser Familie, ist ein Strauch oder kleiner Baum mit dornig gezähnten glänzendgrünen Lederblättern, weißen Blüten und rothen Beeren, der häufig (besonders in England und den Niederlanden) in vielen Varietäten als Ziergehölz cultivirt wird. Seine Blätter waren früher officinell. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüte von oben, c Beeren aufgeschnitten, d Same im Längsschnitt, schwach vergr.)

Eine andere in Südamerika heimische Art (I. paraguayensis) liefert den in ganz Südamerika beliebten Paraguaythee (die Blätter).

Fam. 2. Celastrineen (Celastrineae). Bäume und Sträucher, manche mit kletternden Achsen, welche kleine achselständige Zwitterblüten, einfache Fruchtknoten und

iffel und Kapseln, Stein- oder Flügelfrüchte oder wenigsamigen Fächern hervorbringen. größtentheils in der tropischen Zone und idlichen Halbkugel heimischen Familie gehört f. 28, Fig. 5 abgebildete gemeine Spindel- vonymus europaeus), ein häufig in Laub- und Hecken wild wachsender und auch als angepflanzter Strauch (selten Baum), welcher ige kreuzförmige Blumen besitzt und wegen eckigen baretförmigen purpurrothen Kapseln en Pfaffenhütchen erhalten hat. Seine eichen Samen sind von einem orangegelben rillus) locker umschlossen. (a blühender Zweig Gr., b Blüte, c Früchte in nat. Gr.)

. Kreuzdorngewächse (Rhamnaceae). se und Kräuter mit einfachen abwechselnden Blüten in Büscheln, Dolden, Trugdolden, oder eingeschlechtig, mit drei-, seltener zwei- herigem Fruchtknoten und ebenso vielen Gris- Fächern. Steinfrucht mit zwei- bis drei- Steinkern, oder zwei- bis dreiknopfige Gewächse der heißen und gemäßigten Zone. , Fig. 6. Der gemeine Kreuzdorn cathartica), ein in Mitteleuropa heimischer er kleiner Baum mit in Dornen auslaufen- ästen, gegenständigen gesägten Blättern und Blüten. Die dreiknopfigen zuletzt beerenartigen rzen) Steinfrüchte (Kreuzbeeren) werden ung des Saftgrün und Schüttgelb benutzt. er Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b männliche, Blüte, vergr.; d, e Frucht, ganz und aufge- Blattrand, in nat. Gr.) — Von einer andern, n Waldorten wachsenden, noch häufigern, igen Art, der Schießbeere (Rh. Frangula), nenlos ist, abwechselnde ganzrandige Blätter, Blüten und anfangs grüne, dann rothe, arze Beeren trägt, wurde früher die Holz- Bereitung des Schießpulvers gebraucht. nung der Dreiknopfigen (Tricoccae). dreiknopfige oder dreifach geflügelte, mit drei uffspringende, dreifächerige und dreisamige amen mit Eiweiß. — Sehr verschieden ge- nzen, welche in mehrere Familien zerfallen.

Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceae). se und Kräuter, von denen viele einen ist scharfen Milchsaft enthalten, mit ab- seltener gegenständigen, einfachen oder hand- ammengesetzten Blättern, mit häutigen oder enblättern. Blüten klein unscheinbar, ein- verschieden angeordnet, von Deckblättern t vier- bis sechstheiligem oder zwei- bis drei- Kelch und meist ohne Blumenkrone. Staub- bis viele, dann oft einbrüderig, Fruchtknoten , sitzend oder gestielt, Frucht meist kapsel-, enartig, drei-, selten zwei- oder vielknopfig, s zweisamigen Fächern. Samen mit einem oder Samenmantel versehen. — Die een bilden eine große über die ganze Erde Familie, die meisten wachsen im tropischen

, Fig. 7. Die gemeine Wolfsmilch Cyparissias). Alle Euphorbien enthalten heilen einen weißen Milchsaft und tragen in vielstrahligen, von Hüllblättern umgebenen mit gabeltheiligen Strahlen. Blüten mit gem Perigon, an dessen Rande drei bis halbmondförmige Drüsen stehen und welches zwölf Staubfäden und einen langgestielten en mit drei Griffeln enthält. Dreiknopfige t. Die Euphorbien zerfallen in solche mit beblättertem Stengel (krautartige) und in solche mit fleischigen cactusähnlich geformten Stämmen (Holz- gewächse). Letztere kommen in Afrika und auf den Canarischen Inseln vor. Euph. Cyparissias ist eine durch fast ganz Europa verbreitete, an dürren Orten wachsende, für giftig geltende, ausdauernde Pflanze mit gold- gelben, zuletzt rothen Hüllblättern. (a ganze Pflanze in nat. Gr., b Blüte, c Samen, vergr.)

Fig. 8. Die officinelle Wolfsmilch (Euph. officinarum), ein cactusartiges Gewächs der Canarischen Inseln und des westlichen Afrika, dessen Milchsaft den unter dem Namen Euphorbium bekannten zu Heil- zwecken angewendeten Extract liefert. (Abgebildet eine ganze Pflanze, sehr verkl.)

Fig. 9. Der Buchsbaum (Buxus sempervirens), bekannter in Südeuropa auf Gebirgen heimischer, bis- weilen baumartig werdender, immergrüner Strauch, dessen feines hartes gelbbraunes Holz als das beste für Holzschnitte gilt und daher sehr gesucht ist. Blüten grünlichgelb, Kapseln mit drei Hörnern. Wird bekannt- lich auch als Zwergstrauch zur Einfassung von Garten- beeten benutzt. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Blüten, c Frucht, vergr.)

Fig. 10. Der Maniok (Jatropha Manihot), ein in allen Tropenländern angebauter, wahrscheinlich aus dem tropischen Amerika stammender Strauch mit hand- förmig zertheilten Blättern, dessen fleischige, bis zwei Fuß lang werdende armesdicke Wurzeln neben einem sehr giftigen Milchsaft reichliches Stärkemehl besitzen und deshalb als Nahrungsmittel gebraucht werden. Nach Entfernung des Milchsaftes durch Auspressen bereitet man nämlich aus dem Mehl ein sehr nahr- haftes Brot, das Cassavebrot, welches in allen Tropen- ländern gebräuchlich ist. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Stempel, vergr.; c Früchte in nat. Gr.)

Taf. 29, Fig. 1. Der Wunderbaum (Ricinus communis), ein in Südeuropa und Nordafrika heimischer Baum, welcher bei uns zur Zierde im Freien als ein- jährige Pflanze cultivirt wird und als solche eine kräftige, oft über mannshohe Staude mit daumesdickem Stengel und fußbreiten Blättern bildet. Blüten in Rispen gestellt, mit drei- bis fünftheiligem Kelch, ohne Blumenkrone, männliche mit verwachsenen und viel verzweigten Staubgefäßen, weibliche mit krautstacheligem Fruchtknoten. Samen groß, lupinenartig, grau und schwarzbraun gescheckt, enthalten bis 50% eines fetten Oels, welches officinell ist. (a ein Blütenstand nebst Blattzweig in nat. Gr., b weibl. Blüte, zweimal vergr.; c Frucht in nat. Gr., d dieselbe im Querschnitt, e Samen in nat. Gr.)

Zu den Euphorbiaceen gehören ferner der Gummi- baum (Siphonia elastica, nicht zu verwechseln mit dem Gummibaum unserer Gewächshäuser und Zimmer, Ficus elastica) in Brasilien und Guyana, aus dessen Milchsaft große Massen Kautschuk gewonnen werden; der Mancinella oder Manzanillabaum (Hippomane Manicella), ein westindischer Baum mit furchtbar giftigem, brennend scharfem Milchsaft; die Crotonpflanze (Croton Tiglium), ein ostindischer Strauch, der das heftig purgirend wirkende Crotonöl liefert; die Lackmuspflanze (Crozophora tinctoria), ein mediterranes Kraut, welches die blaue Lackmusfarbe enthält, u. a. m.

Fam. 2. Schiefblattgewächse (Begoniaceae). Voll- saftige, krautartige Tropengewächse mit knotig gegliederten Stengeln, abwechselnden gestielten unsymmetrischen schiefen handnervigen Blättern, häutigen Nebenblättern und einhäusigen in achselständige Trugdolden gestellten Blüten, von denen die männlichen ein vierblätteriges, die weiblichen ein vier- bis neuntheiliges gefärbtes

Perigon, erstere viele Staubgefäße, letztere einen unterständigen Fruchtknoten besitzen, aus dem sich eine dreifächerige, dreifach geflügelte Kapsel mit vielen sehr kleinen Samen entwickelt. — Die Begonien oder Schiefblätter sind durch die prächtige Färbung und Zeichnung der Blätter auszeichnet und deshalb sehr beliebte Blattpflanzen unserer Gewächshäuser und Blumentische geworden. Taf. 28, Fig. 11 zeigt eine der beliebtesten Arten, die Begonia Rex. (a ganze Pflanze, sehr verkl.; b, c Blütenstände in nat. Gr.)

XI. Ordnung der Rautenartigen (Rutarieae). Holzgewächse und Kräuter mit einfachen oder zusammengesetzten, meist nebenblattlosen Blättern und verschieden angeordneten Zwitterblüten, deren Blumenblätter (vier bis fünf) und Staubgefäße (acht bis zehn freie) auf einer fleischigen Scheibe stehen, welche oft in einen kurzen Stiel ausgezogen ist, an den die fünf Karpellarblätter des Fruchtknotens befestigt sind. Frucht fünfknopfig, nicht aufspringend, oder in fünf Theile spaltend. Samen mit Eiweiß. — Unter den zahlreichen hierher gehörigen Familien, welche fast alle in den Tropengegenden zu Hause sind, verdient blos diejenige der eigentlichen Rautengewächse (Rutaceae) hervorgehoben zu werden, deren bekanntester Repräsentant die gemeine Gartenraute (Ruta graveolens) ist. Die Rutaceen sind Kräuter und Sträucher mit alternirenden drüsig punktirten, sehr stark aromatisch riechenden Blättern und in Trauben, Doldentrauben oder Trugdolden gestellten Zwitterblüten, welche eine Spaltfrucht hervorbringen. Gewächse der nördlichen Halbkugel, esonders in der Mediterranzone und in Südsibirien verbreitet.

Taf. 28, Fig. 12. Der Diptam (Dictamnus Fraxinella), eine in Mittel- und Südeuropa sowie in Asien wachsende, nicht selten zur Zierde angebaute, ehedem officinelle Staude mit unpaarig gefiederten Blättern und großen fast zweilippigen röthlichweißen Blumen, welche eine endständige Traube bilden, ist durch die schwarzrothen Drüsen der Stengel, Blütenstiele, Staubfäden und Kapseln ausgezeichnet, welche (in ätherisches Oel in reichlichster Menge abscheiden. (a Stengelgipfel in $^1/_3$ nat. Gr., b Stengelbasis mit Wurzel in $^1/_3$ nat. Gr., c ein einzelner Stempel, d Kapsel in nat. Gr.)

Zu der Ordnung der Rutaceen gehören ferner: der Quassiabaum (Quassia amara) in Westindien und Guayana (Fam. der Simarubeae), der in den deutschen Parkanlagen häufig angepflanzte, dreizählige Blätter tragende Lederblumenstrauch (Ptelea trifoliata) aus Nordamerika (Fam. Xanthoxyleae), der Korkbaum vom Amur (Phellodendron amurense) aus derselben Familie, die unter dem Namen Göttergeruch bekannten Topfziersträucher (Arten von Diosma und Agathosma, südafrikanische und neuholländische Pflanzen aus der Familie der Diosmaceen); der Guajakbaum (Guajacum officinale) aus Westindien (Fam. der Zygophylleae) u. a. m.

XII. Ordnung der Schnabelfrüchtigen (Gruinales). Fruchtknoten aus mehrern (meist fünf) seitlich zusammengewachsenen oder um eine centrale Verlängerung des Blütenbodens wirtelförmig gestellten Karpellen zusammengesetzt, deren aneinanderliegende oder miteinander verwachsenen Griffel nach der Blütezeit oft in einen schnabelförmigen Körper auswachsen (so namentlich bei den Storchschnabelgewächsen, Geraniaceae, zu denen auch die als Zierpflanzen beliebten Pelargonien, schönblühende, aromatische Sträucher aus Südafrika gehören). Frucht entweder eine Spaltfrucht, oder Kapsel oder Beere. Samen meist ohne Eiweiß.

Taf. 28, Fig. 13. Der Sauerklee (Oxalis Acetosella), bekannte Waldpflanze mit sehr zarten röthlich weißen Blumen, gehört zu der Familie der Oxalideae, welche vorzugsweise aus perennirenden theils stengellosen, theils stengeltreibenden Kräutern mit zwiebeliger oder knolligem Rhizom und finger- oder fiederförmig zusammengesetzten Blättern besteht. Blüten zwitterig, regelmäßig, in Dolden oder Rispen, mit fünftheiligem Kelch, fünf Blumenblättern, zehn Staubgefäßen um fünflappigem Fruchtknoten, aus dem eine fünfkantige Kapsel oder Beere entsteht. Der gemeine Sauerklee wurde früher zur Herstellung des in seinen Blättern enthaltenen Bitterkleesalzes benutzt und ist noch offizinell. (a ganze Pflanze in nat. Gr., b Cylinder der Staubgefäße, ausgebreitet, c Kapsel, d dieselbe im Querschnitt, vergr.)

Verschiedene cap'sche Arten von Oxalis mit knolligen und meist vierzähligen Blättern verwendet man zu Einfassungen von Gartenbeeten.

Taf. 29, Fig. 3. Die Zwerg-Kapuzinerkresse (Tropaeolum majus). Die Gattung Tropaeolum bildet mit einigen andern Gattungen die Familie der Tropaeoleae, deren Arten, lauter südamerikanische Kräuter mit niederliegenden oder schlingenden Stengeln, durch gestielte schildförmige Blätter, schöngefärbte zweilippige Blüten mit corollinischem langgespornten Kelch, fünf ungleichen großen Blumenblättern, acht Staubgefäßen und dreifächerigen Fruchtknoten ausgezeichnet sind. Frucht bald trocken, dreiknopfig, zur Reifezeit sich in drei Theile spaltend, bald eine dreilappige Beere, bald eine dreifach geflügelte Schließfrucht. Die gemeine Kapuziner- oder spanische Kresse (Tropaeolum majus) ist eine sehr verbreitete einjährige Zierpflanze mit leuchtend rothgelben oder dunkelrothen Blumen. Unsere Figur zeigt eine niedrige klein- und vielblütige Varietät in $^1/_3$ nat. Gr.

Zu der Ordnung der Gruinales gehört auch die Familie der Balsaminengewächse (Balsamineae), deren meiste Arten sich durch eine elastisch aufspringende Kapsel auszeichnen. Ihre bekanntesten Repräsentanten sind das in feuchten Laubwaldungen häufig vorkommende Springkraut oder Rühr' mich nicht an (Impatiens nolitangere) und die Gartenbalsamine (I. Balsamina).

XIII. Ordnung der Ahornartigen (Aceroideae). Sehr verschieden gestaltete Bäume und Sträucher, deren meist zwitterliche und regelmäßige, selten unregelmäßige Blüten aus einem freien Kelch, einer im Grunde des Kelches eingefügten fleischigen Scheibe, auf welcher die Blumenblätter und Staubgefäße eingefügt sind, und einem aus drei (seltener zwei bis fünf) Karpellen zusammengesetzten Fruchtknoten bestehen, aus dem sich eine Flügel-, Stein- oder Kapselfrucht entwickelt. Samen ohne Eiweiß.

Taf. 28, Fig. 14. Der gemeine Ahorn (Acer Pseudoplatanus). Alle Arten der Gattung Acer, welche mit einigen andern Gattungen die kleine Familie der Acerineen bilden, haben gegenständige langgestielte handförmig gelappte Blätter, in Trauben, Rispen oder Trugdolden gestellte, grünliche Blüten und eine doppelt geflügelte, zuletzt in zwei einsamige Hälften zerspaltende Frucht. Die Acerineen bewohnen die nördliche Halbkugel, namentlich Nordamerika. Der gemeine Ahorn, ein in Mitteleuropa heimischer Baum, hat stumpflappige Blätter und nach oben gekrümmte Fruchtflügel und entwickelt seine hängenden Blütentrauben nach dem Laubausbruche. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Blüte, c Frucht in nat. Gr.)

Fig. 15. Die Blumenesche (Fraxinus Ornus). Die Eschengattung bildet eine eigene kleine, von vielen Botanikern zu den Oelbaumgewächsen (s. oben) gerechnete

milie, welche den Acerineen in vieler Beziehung e steht, sich aber von denselben theils durch die aarig gefiederten Blätter, theils durch die anders rmten Blüten, welche oft eingeschlechtig sind, theils ch die einsamige mit einem Flügel versehene Schließ- ht wesentlich unterscheidet. Ihre Arten kommen Mehrzahl nach in Südeuropa und Nordamerika. Die echten Eschen (Fraxinus) haben hüllenlose, zwei Staubgefäßen und einem Fruchtknoten be- ende Blüten, die Blumeneschen (Ornus) einen vier- eligen Kelch und eine vierblätterige Blumenkrone. allgemein bekannter sehr groß werdender Baum die durch fast ganz Europa verbreitete gemeine che (Fraxinus excelsior). Die Blumenesche ist kleiner, im südlichen und südöstlichen Europa mischer Baum mit weißen wohlriechenden Blüten endständigen Sträußen, welcher deshalb in Mittel- opa häufig zur Zierde angepflanzt wird. (Abgeb. blütentragender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr.)

Zu den Aceroideen gehören ferner die Familien der pindaceen, Malpighiaceen und Erythroxyleen. Aus erstgenannten stammt die bekannte Roßkastanie sculus Hippocastanum), welche in Mittelasien zu use sein soll, aus der letztgenannten die südameri- nische Cocapflanze (Erythroxylon Coca), deren ätter in Peru von den Eingeborenen als Reizmittel kaut werden.

XIV. Ordnung der Rankengewächse (Sarmentosae). ittels Ranken kletternde Gewächse mit meist alter- enden, einfachen oder zusammengesetzten Blättern, itterlichen oder diklinischen, regelmäßigen, aber sehr schieden gebildeten Blüten, oberständigem Frucht- oten und ein- bis sechsfächerigen Beeren. Samen it Eiweiß.

Taf. 28, Fig. 16. Die Weinrebe (Vitis vinifera) hört, wie auch der wilde Wein (Ampelopsis hederacea) r Familie der Rebengewächse (Ampelideae), welche ternde Holzgewächse und der Mehrzahl nach zwischen n Wendekreisen zu Hause sind. Blätter einfach hand- ppig oder zusammengesetzt, gefingert oder gefiedert, t oder ohne Nebenblätter. Blüten klein, grünlich, Trugdolden, Sträußern, Rispen, mit kleinem vier- fünfzähnigen Kelch, vier bis fünf Blumenblättern d Staubgefäßen, welche auf einer mit dem Kelch rwachsenen Scheibe eingefügt sind, und mit zwei- sechsfächerigem Fruchtknoten, aus dem eine ebenso elfächerige Beere mit ein- bis zweisamigen Fächern tsteht. — Die gemeine Weinrebe stammt aus Asien, r wilde Wein aus Nordamerika. (a blütentragender weig in $^1/_2$ nat. Gr., b Fruchttraube in $^1/_3$ nat. Gr., Blüte, vergr.)

Fig. 17. Die blutrothe Passionsblume (Passi- ora sanguinea). Die Familie der Passifloreen, deren eils krautige, theils strauchige Arten in den Tropen- genden besonders Amerikas verbreitet sind, unter- heidet sich von der vorhergehenden vorzüglich durch en eigenthümlichen Bau der Blüte. Diese, meist groß nd schön, besteht aus einem corolliniſchen Kelch oder erigon mit krug- oder walzenförmiger Röhre und ier- bis zehnblätterigem Saume, einem innerhalb des elchs sich ausbreitenden Kranze von fleischigen Fasern, meist fünf Staubgefäßen und einem gestielten Frucht- noten mit drei, selten fünf Griffeln. Stempel und Staubgefäße stehen auf einem Stiele im Centrum der Blume. Die Frucht ist eine einfächerige vielsamige Kapsel oder Beere. Die Blätter stehen abwechselnd, die Blüten einzeln in den Blattwinkeln; erstere sind bald einfach, oft gelappt, bald unpaarig gefiedert. Die Gattung Passiflora hat schöne Zierpflanzen für die Gewächshäuser und Zimmer geliefert. Die ab- gebildete Art zeichnet sich durch prächtige blutrothe Blumen aus.

XV. Ordnung der Orangenartigen (Hesperideae). Bäume und Sträucher mit abwechselnden, meist zu- sammengesetzten, nebenblattlosen Blättern und regel- mäßigen gewöhnlich zwitterlichen Blüten, welche aus einem freien, ganz oder getrenntblätterigen Kelch, 4—5 sammt den Staubgefäßen auf einer hypogynischen Scheibe eingefügten Blumenblättern und einem einzigen oberständigen Stempel bestehen, aus dessen Fruchtkno- ten sich eine kapsel- oder beerenartige Frucht, seltener eine Steinfrucht entwickelt. Samen ohne oder mit Eiweiß. Die wichtigsten Familien sind:

Fam. 1. Cedrelaceen (Cedrelaceae). Große Bäume der Tropenländer mit schön gefärbtem wohl- riechenden Holze, gefiederten Blättern und in endstän- dige Rispen oder achselständige Trugdolden gestellten Blüten, welche aus einem vier- bis fünfblätterigen oder vier- bis fünfspaltigen Kelche, 4—5 Blumenblättern, 8—10 in eine Röhre verwachsenen Staubfäden und einem Stempel bestehen und eine holzige, vier- bis fünfklappige, einfächerige, vielsamige Kapsel zur Frucht haben.

Taf. 29, Fig. 2. Der Mahagonibaum (Swie- tenia Mahagoni), ein stattlicher immergrüner Baum Westindiens und Centralamerikas mit bis 100 Fuß hoch und sehr stark werdendem Stamme, dessen Holz das bekannte Mahagoniholz ist. Blätter lederartig, glänzend dunkelgrün, Blüten klein, gelbweiß, Kapseln braun. (a ein blühender Zweig in $^1/_5$ nat. Gr., b Blüte, viermal vergr.; c der geöffnete Cylinder der verwachsenen Staubgefäße, d Stempel, e derselbe im Querschnitt, stärker vergr.; f, g Frucht von der Seite und im Längsschnitt, fünfmal verkl.)

Fam. 2. Orangeriegewächse (Aurantiaceae). Immergrüne im tropischen Asien heimische Bäume und Sträucher mit oft dornspitzigen Zweigen, wirtelförmig zusammengesetzten oder gefiederten, von Oeldrüsen wimmelnden Lederblättern und einzeln stehenden oder traubig angeordneten Zwitterblüten, welche einen vier- bis fünfzähnigen Kelch, vier bis fünf Blumenblätter, acht bis zehn bisweilen monadelphische Staubgefäße und einen fünf- bis vielfächerigen Fruchtknoten besitzen. Beerenartige Frucht (Orangenfrucht) mit lederartiger an Oeldrüsen reicher Schale und vielen Fächern im Innern, welche mit spindelförmigen großen Saftzellen angefüllt sind, zwischen denen die großen eiweißlosen, mehrere Embryonen enthaltenden Samen liegen.

Taf. 29, Fig. 4. Der Pomeranzenbaum (Citrus Aurantium). Dieser in ganz Südeuropa, im Orient und Nordafrika und außerdem in vielen Ländern der subtropischen und tropischen Zone seit den ältesten Zeiten cultivirte Baum liefert sowol die bittern Pome- ranzen als die süßen Apfelsinen. Außer diesen beiden Varietäten gibt es noch andere. Er unterscheidet sich von dem Citronenbaum (C. medica) durch den breitgeflügelten (beim Citronenbaum schmalen) Blatt- stiel des gegliedert zusammengesetzten Blattes, durch die beiderseits weißen (beim Citronenbaum außen pur- purröthlichen) Blumenblätter und durch die kugelige, nicht wie beim Citronenbaum am Scheitel kegelförmig vorgezogene Frucht. (a blühender Zweig in $^1/_6$ nat. Gr., b Staubgefäßcylinder in nat. Gr., c ein Bündel Staubgefäße, dreimal vergr.; d Stempel, vergr.; e Frucht im Querschnitt in $^1/_4$ nat. Gr.)

Fig. 5. Der Adamsapfel (Citrus medica Bi- garadia), eine Varietät des Citronenbaums, von diesem durch die eigenthümlich geformte Frucht unterschieden, welche sehr groß wird, aber nur mit Zucker einiger- maßen genießbar ist. Der Adamsapfel steht bei den

Orientalen, besonders den Juden, in hohem Ansehen. (a ein Zweig mit Blatt und Blüten, b eine Frucht in $^3/_4$ nat. Gr., c Längsschnitt, d Querschnitt durch eine gewöhnliche Citrone in $^1/_2$ nat. Gr.)

XVI. Ordnung der Guttiferen (Guttiferae). Sehr verschieden gestaltete Holzgewächse und Kräuter, der Mehrzahl nach einen gefärbten, milchigen oder harzigen Saft oder aromatische Stoffe enthaltend, mit einfachen ganzen, meist auch ganzrandigen Blättern, mit oder ohne Nebenblätter und mit regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen mehrblätterigen Kelch, eine mehrblätterige Blumenkrone, viele ein- oder mehrbrüderige Staubgefäße und einen oberständigen Fruchtknoten mit gewöhnlich mehrern Griffeln besitzen, aus dem sich eine Kapsel, Steinfrucht oder Beere entwickelt. Diese Ordnung enthält viele sehr verschiedene Familien, deren Arten meist den Tropengegenden angehören.

Taf. 29, Fig. 6. Der Theestrauch (Thea chinensis), ein immergrüner in China heimischer und dort seit undenklichen Zeiten angebauter, sehr variirender Strauch; gehört zur Familie der Ternströmiaceen, welche eine entweder mit Klappen aufspringende oder häufiger nicht aufspringende lederartig fleischige Kapsel mit vielen eiweißhaltigen Samen zur Frucht haben. Die Blüten des Theestrauchs sind weiß oder röthlichweiß, mit vielen polyadelphischen Staubgefäßen. (a Blüten und Früchte tragender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr., b Stempel mit einem Staubgefäß, vergr.; c aufgesprungene Kapsel, d Kapsel von der Seite, vergr.) — Zu dieser Familie gehört auch die Gattung der Camellien (Camellia), welche in China und Japan zu Hause ist.

Zu den Guttiferen gehören ferner: die Tamariskenartigen (Tamariscineae), aus welcher Familie die deutsche Tamariske (Myricaria germanica) und der Strauch abstammt, welcher wahrscheinlich das Manna der Bibel, eine durch den Stich des Coccus maniperus hervorgerufene Ausschwitzung weißer süßer Körner, geliefert hat (Tamarix gallica v. mannifera); die Hartheugewächse (Hypericineae), deren bekannteste Art das mit Oeldrüsen enthaltenden und deshalb wie durchstochen aussehenden Blättern begabte Johanniskraut (Hypericum perforatum) ist, welches allenthalben an trockenen Orten wild wächst und ehedem officinell war; die flachsartigen Pflanzen (Lineae), zu denen die bekannte Flachs- oder Leinpflanze (Linum usitatissimum) gehört; die Clusiaceen (Clusiaceae), aus tropischen Gewächsen bestehend, deren eins, der auf Ceylon heimische Guttibaum (Hebradendron cambogioides) das als Farb- und Arzneistoff geschätzte, aus dem eingedickten Saft bestehende Gummigutt liefert; die Flügelfrüchtigen (Dipterocarpeae), ebenfalls Tropenpflanzen, von deren einer, dem auf Borneo und Sumatra wachsenden Kampherbaum (Dryobalanops Camphora), durch Anbohren der Stämme der Borneo-Kampher gewonnen wird, u. a.

XVII. Ordnung der Säulenfrüchtigen (Columniferae). Bäume, Sträucher und Kräuter mit abwechselnden einfachen handnervigen, selten handförmig zusammengesetzten Blättern, freien Nebenblättern und meist regelmäßigen Zwitterblüten, deren zahlreiche Staubfäden bald in einen den oder die Stempel umgebenden säulen- oder ringförmigen Körper monadelphisch, bald (seltener) in mehrere Bündel polyadelphisch verwachsen sind und sonst aus einem verwachsen- oder getrenntblätterigen Kelche, einer mehrblätterigen Blumenkrone und einem zusammengesetzten Blattfruchtknoten oder mehrern bis vielen einfachen Blattstempeln bestehen. Kapsel- oder Spaltfrucht. Samen mit Eiweiß. Diese Ordnung zerfällt in die Familien der Tiliaceen, Büttneriaceen, Sterculiaceen und Malvaceen.

Taf. 29, Fig. 7. Die Winterlinde (Tilia parvifolia). Die Gattung der Linden (Tilia) bildet den Typus der nach ihr benannten Familie, welche sich durch eine kapsel- oder steinfruchtartige, nicht aufspringende einsamige Frucht auszeichnet. Es sind Bäume gewächse mit ganzen oder handförmig gelappten Blättern und mit traubig oder trugdoldig angeordneten Blüten welche vier- bis fünfblätterige Hüllen (Kelch und Blumenkrone), viele freie oder polyadelphische Staubgefäße und einen einzigen Stempel besitzen. Die Winterlinde wächst in ganz Mitteleuropa häufig in Wäldern und findet sich auch oft angepflanzt. Häufiger erscheint aber die Sommerlinde (T. grandifolia) als Zierbaum. Alle Linden sind durch das zungenförmige Deckblatt ausgezeichnet, welches an den Stiel der Trugdolde angewachsen ist. Die meisten Arten finden sich in Nordamerika, während die meisten Tiliaceen überhaupt in den Tropenländern wachsen. (a blühender Zweig der Winterlinde in $^1/_3$ nat. Gr., b Frucht, c Fruchtbüschel in nat. Gr., c Staubgefäße, d Stempel, f, g Samen im Längs- und Querschnitt, vergr.)

Fig. 8. Der Cacaobaum (Theobroma Cacao), ein Baum des tropischen Amerika, welcher die bekannten Cacaobohnen (die Samen der großen mit einem süßen Brei erfüllten Früchte) liefert und jetzt auch in tropischen Asien und Afrika im großen angebaut wird, gehört zu der Familie der Büttneriaceen. Diese sind lauter Holzgewächse der Tropen, des Caps und Neuhollands, haben ganzrandige, fieder- oder handnervige Blätter, abfallende oder persistente Nebenblätter, tragen die meist kleinen Blüten, welche einen fünf- bis fünfspaltigen Kelch, 4—5 Blumenblätter, ebensoviele oder sehr viele Staubgefäße und einen fünf- bis zehnfächerigen Fruchtknoten besitzen, in Rispen, Aehren oder Knäueln. Die Frucht ist kapselartig, vielsamig. (a ein blühender und fruchttragender Zweig des Cacaobaums, b Frucht im Längsschnitt, beides in $^1/_8$ nat. Gr.; b Same in nat. Gr., d Same in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 9. Der Baumwollenstrauch (Gossypium religiosum), ein in Hinterindien wild wachsender, dort, wie in Westindien angebauter Halbstrauch mit gelben im Grunde rothen Blumen, gehört zur Familie der Malvenartigen (Malvaceae). Diese artenreiche, sehr natürliche, über die ganze Erde verbreitete Familie ist besonders dadurch charakterisirt, daß die fünf Blätter der Blumenkrone an den Grund der zahlreichen monadelphischen Staubgefäße angewachsen sind und viele, selten nur fünf Karpellarblätter wirtelförmig um eine centrale Verlängerung des Stengels tenbodens herumgestellt sind. Bei der Baumwollengattung (Gossypium) bilden die nur in geringer vorhandenen Karpellarblätter einen geschlossenen, dreifächerigen Fruchtknoten, aus dem sich eine fünfklappige mit Klappen aufspringende Kapsel entwickelt, welche mehrere in lange Haare (die Baumwolle) eingehüllte Samen in jedem Fache enthält. Bei den übrigen Malvaceen (z. B. den Gattungen Malva, Althaea, Lavatera u. a.) bilden die zahlreichen Karpellarblätter Einzelfruchtknoten, die sich zu einsamigen Balgfrüchten entwickeln. Die Malvaceen zeichnen sich ferner durch Sternhaare auf den Blättern, Stengeln, Kelchen aus und haben gewöhnlich einen doppelten Kelch. Die Baumwollenarten, lauter Tropenpflanzen, sind Sträucher, theils Kräuter. Das ebenfalls mit Sternhaaren Blumen begabte G. herbaceum, eine einjährige, wird auch in Südeuropa (Spanien, Sicilien) gebaut. (a Zweig des Baumwollenstrauchs mit Blüte und Früchten in $^1/_4$ nat. Gr., b aufgesprungene Kapsel, Kelch umschlossen, c dieselbe frei, ohne Kelch, nat. Gr.; d Samen in $^1/_2$ nat. Gr.)

Zu der Familie der Sterculiaceen gehören der riesige
öße und ein mehrtausendjähriges Alter erreichende
fenbrotbaum oder Baobab (Adansonia digitata),
cher im tropischen Westafrika zu Hause ist, sowie
durch unförmliche Dicke und oft tonnenförmige
stalt des Stammes ausgezeichneten Wollbäume
mbax), ebenfalls Tropengewächse, deren Samen
einem Wollschopf versehen sind.

XVIII. Ordnung der Cistusartigen (Cistoideae).
lzgewächse und Kräuter mit einfachen Blättern und
ist mit Nebenblättern. Blüten zwitterlich, meist regel-
ßig, mit getrenntblätterigem freien Kelch, hypogynisch
gefügten Blumenblättern und Staubgefäßen und
em, sitzendem, meist einfächerigem Fruchtknoten. Viel-
ige Kapsel, seltener Beere. Samen mit Eiweiß. —
ese Ordnung zerfällt in mehrere Familien, von denen
Veilchengewächse (Violarieae, Sonnenthau-
tigen (Droseraceae), Sonnenröschenartigen
stineae) und die Bixaceen (Bixaceae) die wich-
sten sind. Bekannte Repräsentanten der ersten durch
regelmäßige, gespornte Blumen und aneinander-
ende Staubbeutel ausgezeichneten Familie sind das
ärzveilchen (Viola odorata) und das Stiefmüt-
chen (V. tricolor), der zweiten Familie der nied-
e in Torfmoospolstern auf Hochmooren oft häufig
kommende Sonnenthau (Drosera rotundifolia und
gifolia) mit reizbaren, von langen purpurrothen
brigen Fasern gewimperten, rosettenartig angeord-
en Blättern, der dritten Familie das Sonnen-
schen (Helianthemum vulgare), ein kleiner an
denen sonnigen Grasplätzen wachsender Halbstrauch.
Taf. 29, Fig. 10. Die Fliegenfalle der Venus
Dionaea muscipula), ein in Sümpfen der südlichen
reinigten Staaten Nordamerikas wachsendes Kraut,
sen auf breitgeflügeltem Stiel befindliche gewimperte
attscheibe bei Berührung sich zusammenschlägt und
urch zum natürlichen Fliegenfänger wird, gehört zur
milie der Droseraceen, welche über die ganze Erde
streut und durch anfangs gleich den Farnblättern
gerollte Blätter und Blütenähren oder Blüten-
uben ausgezeichnet sind. Kelch und Blumenkrone
d fünfblätterig, Staubgefäße fünf, zehn oder viele
handen und völlig frei, die Frucht ist eine vielsamige
- bis zweifächerige Kapsel. (a eine ganze Pflanze der
egenfalle in $^2/_3$ nat. Gr., b ausgebreitete Blüte
e Blumenblätter, c ein Blumenblatt, d Kapsel, zwei-
dreimal vergr.)

Fig. 11. Der Orleanbaum (Bixa orellana). Die
h diesem Baum benannte lauter Tropenpflanzen
haltende Familie der Bixaceen besteht aus Bäumen
d Sträuchern mit abwechselnden, ganzrandigen oder
ähnten meist drüsig punktirten Blättern und ab-
enden Nebenblättern, deren Blüten viele freie Staub-
äße und einen einfächerigen Fruchtknoten besitzen und
e vielsamige Kapsel oder Beere hervorbringen. Der
leanbaum, ein Baum des tropischen Amerika, liefert
Orleanharz. (a blühender Zweig in $^1/_3$ nat. Gr.,
ufgesprungene Kapsel, c dieselbe im Längsdurch-
itt, vergr.)

Zwischen den Cistoideen und Säulenfrüchtigen steht
Ordnung der Nelkengewächse (Caryophyllinae),
che in die beiden Familien der Alsineen und Sile-
n zerfällt. Zu letzterer gehören die verschiedenen
lken (Gattung Dianthus), die Leimkräuter (Silene),
Ackerrade (Agrostemma Githago), die Pech-
lke (Lychnis Viscaria), das Seifenkraut (Sapo-
ia officinalis) u. a. m.

XIX. Ordnung der Kreuzblütigen (Cruciflorae).
lauter, selten Halbsträucher und Sträucher, mit meist
echselnden und nebenblattlosen, einfachen oder zu-
sammengesetzten Blättern und regelmäßigen Zwitter-
blüten, welche aus einem zwei- bis vierblätterigen Kelche,
aus vier stets kreuzweis ausgebreiteten Blumenblättern,
sechs tetradynamischen oder vielen gleichlangen Staub-
fäden und einem oberständigen Stempel bestehen. Mehr-
samige Schoten, Schötchen oder Kapsel, seltener eine nicht
aufspringende Schließ- oder eine mehrsamige Beeren-
frucht. Samen mit oder ohne Eiweiß. — Unter den
hierher gehörenden Familien sind die Cruciferen, Cap-
paridеen und Papaveraceen von besonderer Wichtigkeit.

Fam. 1. Kreuzblütler (Cruciferae). Pflanzen
mit abwechselnden, einfachen, meist fieder- oder leier-
förmig zertheilten, selten ganzen Blättern und ge-
wöhnlich doldentraubig angeordneten Blüten, welche
einen vierblätterigen Kelch und sechs viermächtige Staub-
gefäße besitzen. Schote, Schötchen oder seltener schoten-
oder schötchenförmige Schließfrucht. — Die Cruciferen,
eine der größten und natürlichsten Familien, sind über
die ganze Erde verbreitet, jedoch vorzüglich in der ge-
mäßigten Zone der nördlichen Halbkugel heimisch.

Taf. 29, Fig. 12. Die Gartenkresse (Lepidium
sativum), einjährige, im Orient und südöstlichen Europa
wildwachsende, anderwärts als Salat- und Gewürz-
kraut angebaute und verwilderte Pflanze, hat einen
eigenthümlich scharf aromatischen Geruch, weiße Blüten
und netzaderige zweisamige Schötchen. (a, b eine ganze
Pflanze in $^1/_3$ nat. Gr., c Staubgefäße und Stempel,
d aufgesprungenes Schötchen, e, f Same im Längs-
und Querschnitt, dreimal vergr.)

Fig. 13. Der Goldlack (Cheiranthus Cheiri), be-
liebte Zierpflanze mit goldgelben oder goldbraunen,
wohlriechenden, in Gärten oft gefüllten Blüten, wächst
an Felsen und alten Mauern in Südeuropa wild.
(Abgeb. das Ende einer Blütentraube in $^2/_3$ nat. Gr.,
daneben Stempel der Staubgefäße, vergr.) — Ver-
wandte Pflanzen sind der Sommerlevkoi (Matthiola
annua) und der Winterlevkoi (Matthiola incana),
beide ebenfalls in Südeuropa heimisch.

Zu den Cruciferen gehören ferner: das Löffel-
kraut (Cochlearia officinalis), der Meerrettich (Coch-
learia Armoracia), die Brunnenkresse (Nasturtium
officinale), der Senf (Sinapis alba), der gemeine
Blattkohl (Brassica oleracea) und überhaupt alle
Kohlsorten, der Raps (Brassica campestris), der
Rübsen (Brassica Rapa), der Rettich und das
Radieschen (Raphanus sativus), die berühmte Rose
von Jericho (Anastatica hierochuntica) u. a. m.

Fam. 2. Kaperngewächse (Capparideae). Kräu-
ter und Holzgewächse, letztere oft mit kletternden Achsen.
Blätter einfach oder zusammengesetzt, mit Nebenblättern
oder Stipulardornen oder ohne solche; Blüten einzeln
oder in Trauben, mit meist vierblätterigem Kelch und
sechs bis vielen Staubgefäßen, welche sammt den Blu-
menblättern auf der kugel- oder stielförmigen Ver-
längerung des Blütenbodens, unterhalb des Frucht-
knotens eingefügt sind. Einfächerige zweiklappige,
schotenartige Kapsel oder fleischige, auch wol trockene
vielsamige Beere. — Gewächse der tropischen, sub-
tropischen und wärmern gemäßigten Zone.

Taf. 29, Fig. 14. Der gemeine Kapernstrauch
(Capparis spinosa), ein in Südeuropa heimischer,
dorniger, rankender Strauch, dessen junge Blütenknos-
pen getrocknet als Kapern in den Handel kommen.
Die einzeln stehenden Blüten sind groß und schön, mit
röthlichweißen Blumenblättern und violetten Staub-
fäden; die fleischigen länglichen langgestielten Beeren
werden in Essig eingelegt gegessen. (a blühender Zweig,
c eine Blüte in $^1/_3$ nat. Gr., b Blütenknospe (Kaper)
in nat. Gr., d Fruchtknoten, vergr.)

Fam. 3. Mohnartige (Papaveraceae). Milch-

saft enthaltende Kräuter oder Halbsträucher mit abwechselnden nebenblattlosen Blättern und einzelnstehenden oder in Trauben, Trugdolden u. s. w. gestellten, regelmäßigen Zwitterblüten, welche einen zweiblätterigen beim Aufblühen abfallenden Kelch, vier Blumenblätter, viele freie Staubgefäße und einen Fruchtknoten mit sitzender oder sternförmig gelappter Narbe haben. Schotenförmige, mit zwei Klappen aufspringende oder kugelige mit Löchern aufspringende Kapsel, seltener Gliederhülse. Samen mit fleischigem ölhaltigen Eiweiß. — Die Mohngewächse bewohnen vorzugsweise die gemäßigte Zone der nördlichen Halbkugel.

Taf. 30, Fig. 2. Der gebräuchliche Mohn (Papaver officinale), im Orient heimische, dort wie auch in Europa häufig angebaute und bei uns oft verwilderte einjährige Pflanze, mit weißen, am Grunde blau oder violett gefleckten Blumenblättern, bringt eiförmige Kapseln (Mohnköpfe, capita Papaveris) hervor, welche unter der sternförmigen Narbe keine Löcher bilden wie es bei den meisten übrigen Mohnarten der Fall ist, sondern geschlossen bleiben. Aus dem Milchsaft der unreifen Kapseln wird im Orient das Opium bereitet, die Samen sind officinell, auch wird aus ihnen Oel geschlagen. (a Stück eines blühenden Stengels in $^1/_3$ nat. Gr., b Staubgefäß, c Staubbeutel, vergr.; d Fruchtknoten, verkl.; e Kapsel, zur Hälfte aufgeschnitten, in $^1/_2$ nat. Gr.; f Same, vergr.)

Zu den Papaveraceen gehören ferner: das Schöllkraut (Chelidonium majus), mit rothgelbem scharfen Milchsaft, die Eschscholtzia californica, Argemone mexicana und andere schöne Zierpflanzen.

XX. Ordnung der Polygalinen (Polygalinae). Kräuter, selten Sträucher, mit abwechselnden nebenblattlosen einfachen Blättern und meist Zwitterblüten, welche aus einem zwei- bis fünfblätterigen oder vier- bis siebentheiligen Kelche, einer unregelmäßigen, oft zweilippigen Blumenkrone, 6—8 in zwei Bündel verwachsenen oder drei bis vielen freien Staubgefäßen und einem oberständigen Stempel bestehen. Frucht sehr verschieden, Samen gewöhnlich mit Eiweiß. — Diese Ordnung zerfällt in die Fumariaceen, Polygalaceen und Resedaceen. Erstere besitzen vielfach oft in sehr feine Zipfel zertheilte Blätter und zweilippige oder zweitheilige Blüten mit sechs diadelphischen Staubgefäßen. Zu ihnen gehören der gemeine Erdrauch (Fumaria officinalis), die Lärchenspornarten (Corydalis) und das getheilte oder Jungfernherz (Diclytra spectabilis). Die Polygalaceen haben ganze und ganzrandige Blätter und zweilippige Blüten mit acht diadelphischen Staubgefäßen. Die bekannteste Pflanze dieser Familie ist das Kreuzblümchen (Polygala vulgaris) der Wiesen. Die Resedaceen besitzen ganze oder fiederförmig zertheilte Blätter und endständige Aehren oder Trauben, deren Blüten aus einem vier- bis siebentheiligen Kelch, vier bis sieben ungleichgroßen und drei- bis vielspaltigen Blumenblättern, 12—30 freien Staubgefäßen und einem oben offenen Fruchtknoten mit drei Narben bestehen. Die Fumariaceen haben schotenförmige mehrsamige Kapseln oder einsamige Nüßchen, die Polygalaceen zweiklappige ein- oder zweifächerige wenigsamige Kapseln, die Resedaceen oben offene vielsamige Früchte.

Taf. 30, Fig. 1. Der Wau (Reseda Luteola), einjähriges in Süd- und Mitteleuropa heimisches und hin und wieder wegen des in seinem Kraut enthaltenen Pigments als Färbepflanze gebautes Gewächs, hat gelbliche Blüten in einer stets einfachen oft über ein Fuß langen Aehre. (a Stengelgipfel in $^2/_3$ nat. Gr., b Blüte von oben gesehen, c Kapsel von der Seite, stark vergr.) Eine bekannte Zierpflanze ist die wohlriechende, in Südeuropa wild wachsende Gartenreseda (R. odorata).

Fig. 3. Die Herzblume, das hängende oder getheilte Herz (Dielytra spectabilis), bekannte, aus Dapurien und Nordchina stammende, im Frühling blühende, schöne Zierpflanze. (a Blütentraube mit Blüten in $^1/_3$ nat. Gr., b zerlegte Blume in nat. Gr.; c Blüte von Fumaria officinalis, von der Seite, vergr.)

XXI. Ordnung der Lotusartigen (Nelumbodeae). Krautartige, meist perennirende, selten einjährige stengellose, seltener stengeltreibende Wasser- und Sumpfgewächse. Blätter meist groß, bei den stengellosen grundständig, sehr lang gestielt, bei den stengeltreibenden abwechselnd oder gegenständig, immer einfach, schildherz- oder schildförmiger Scheibe, ohne Nebenblätter. Regelmäßige Zwitterblüten mit mehrblätterigem auf den verschieden geformten Blütenboden angewachsenem Kelch, vielen Blumenblättern und Staubgefäßen und vielen wirtelförmig gestellten Fruchtblättern, die mit einem einzigen Fruchtknoten verwachsen sind. Frucht beeren-, nuß- oder kapselartig, Samen meist eiweißhaltig. Zerfällt in die Familien der Nymphäaceen, Nelumbieen und Podophyllaceen.

Taf. 30, Fig. 4. Die Victoria (Victoria regia) eine durch riesige unterseits stachelige Blätter und große, prächtig gefärbte Blumen ausgezeichnete ausdauernde Pflanze der großen Ströme des tropischen Südamerika, gehört zu den Nymphäaceen, deren bekannteste Repräsentanten die weißen und gelben Seerosenblumen, Seerosen oder Wasserrosen (Nymphaea alba u. a., Nuphar luteum u. a.) unserer stehenden Gewässer sind. Die Nymphäaceen haben dicke, kriechende Rhizome, langgestielte schwimmende Blätter und langgestielte untergetauchte von anderer Form (Schuppenblätter) und langgestielte grundständige Blüten, welche auf dem Wasserspiegel schwimmen oder über denselben emporragen. Die Blüten besitzen einen einzigen zusammengesetzten vielfächerigen Fruchtknoten mit sitzender oft sternförmiger Narbe, aus dem eine beerenartige Frucht entsteht, deren Fächer mit Brei und zahlreichen Samen angefüllt sind. Taf. 30, Fig. 4 zeigt die Victoria regia sehr verkleinert an ihrem natürlichen Standorte. In unsern Treibhäusern wird diese berühmte, 1801 von Haenke in einem Seitenfluß des Amazonenstroms entdeckte Pflanze alljährlich aus Samen erzogen. Zu der Familie der Nelumbieen, sich durch in Höhlungen des verkehrt kegelförmigen Blütenbodens eingesenkte Fruchtknoten, aus denen einsamige Nüsse entstehen, sowie durch eiweißlose Samen von den Nymphäaceen unterscheiden, gehört die berühmte heilige Lotusblume der Indier und Aegypter (Nelumbium speciosum), deren Früchte eßbar sind.

XXII. Ordnung der Berberizen (Berberideae). Diese Ordnung besteht blos aus der Familie der Berberideen, deren Arten theils Sträucher theils Kräuter sind und sich vorzüglich in der gemäßigten Zone beider Hemisphären verbreitet finden. Blätter unpaarig gefiedert oder vielfach zusammengesetzt, oft dreitheilig oder fiederförmig zerschlitzt; Blüten einzeln oder in Trauben und Rispen, regelmäßig mit drei- bis neunblätterigem corollinischen Kelch, mehrblätteriger Blumenkrone, ebenso vielen Staubgefäßen als Blumenblättern und oberständigem einfachen Stempel, aus dem eine einfächerige, ein- oder wenigsamige Beere oder Kapsel entsteht. Samen mit Eiweiß.

Taf. 30, Fig. 5. Der gemeine Sauerdorn (Berberis vulgaris), ein dorniger Strauch des mittleren Europa, der besonders gern auf Kalkboden wächst und oft zur Zierde angepflanzt wird, besitzt hängende Trauben goldgelber Blumen und längliche scharlachrothe

re Beeren. (a blühender Zweig in 1/4 nat. Gr., ruchttraube in 1/2 nat. Gr., c Blumenblatt, d Staub- ß, deren Beutel mit zwei Klappen aufspringt, e Frucht Längsschnitt, f Samen im Durchschnitt, vergr.)

XIII. Ordnung der Vielfrüchtler (Polycarpicae). uter, Sträucher und Bäume mit einfachen oder zu- mengesetzten, meist nebenblattlosen Blättern und lmäßigen oder unregelmäßigen, zwitterlichen oder eschlechtigen Blüten, welche aus einem mehrblätte- n Kelch und einer mehrblätterigen Blumenkrone be- en und viele (mindestens drei) freie oder verwachsene mpel enthalten, welche oft auf einer Verlängerung Blütenbodens sitzen und unterhalb deren die meist reichen freien Staubgefäße eingefügt sind. Früchte , beeren-, kapsel- oder steinfruchtartig; Samen meist eißhaltig. — Unter den zahlreichen hierher gehörigen nilien sind die folgenden bemerkenswerth.

Fam. 1. Mondsamenartige (Menispermeae). ternde Sträucher mit abwechselnden, einfachen, grandigen, oft schildförmigen Blättern und mit un- inbaren, eingeschlechtigen, in Trauben oder Rispen ellten Blüten, welche 3—12 Kelch- und Blumen- tter (oder bisweilen nur Kelchblätter) und ebenso le Staubgefäße und mehrere Fruchtknoten besitzen, denen eine Beere oder Steinfrucht entsteht. — e Menispermeen sind der Mehrzahl nach Tropen- anzen, einige in Japan, Sibirien und Nordamerika Hause.

Taf. 30, Fig. 6. Der Kokkelsbeerenstrauch occulus lacunosus), ein auf den Molukken einheimi- er Schlingstrauch mit rispig gruppirten Blütentrau- n, liefert die giftigen Kokkelskörner, welche früher ficinell waren und jetzt von gewissenlosen Bierbrauern d Fischern benutzt werden, um das Bier berauschend machen oder die Fische im Wasser zu betäuben. ie Kokkelskörner sind die getrockneten kugeligen Früchte, lche die Größe von Kirschen und eine runzelige, ubige Oberfläche haben. (a blühender Zweig, b ein uchtstand in 1/3 nat. Gr.).

Fam. 2. Hahnenfußartige (Ranunculaceae). äuter, selten Holzgewächse, mit abwechselnden, seltener gen- oder quirlständigen, einfachen, meist handförmig theilten Blättern und regelmäßigen, seltener unregel- ßigen Zwitterblüten, welche aus einem meist fünf- ätterigen oft corollinisch gefärbten Kelch, einer mehr- ätterigen Blumenkrone (fehlt bisweilen), vielen freien taubgefäßen und mehrern bis sehr vielen freien ein- chen Blattstempeln bestehen. Aus letztern entwickeln h einsamige Nüßchen oder wenigsamige Beeren oder ehrsamige Balgkapseln. — Die Ranunculaceen, eine oße Familie, sind über die ganze Erde verbreitet, och in der gemäßigten Zone der nördlichen Halb- gel am häufigsten.

Taf. 30, Fig. 8. Der scharfe Hahnenfuß anunculus acris), gemeine Wiesenpflanze in ganz itteleuropa, wird gegen drei Fuß hoch, hat hand- rmig zerschnittene Blätter und glänzend goldgelbe lumen. Wie bei allen Ranunkeln enthält jede Blüte ne Menge in ein Köpfchen gruppirte, an einer Ver- ngerung des Blütenbodens sitzende Stempel, aus nen einsamige Nüßchen hervorgehen. (a blüten- agender Gipfeltheil des Stengels in 1/3 nat. Gr., Fruchtstand in nat. Gr.)

Fig. 9. Die Küchenschelle (Pulsatilla pratensis), ne auf sandigen und kalkigen sonnigen Hügeln in itteleuropa vorkommende, im Frühling blühende, fficinelle Pflanze mit nickender glockenförmiger braun- oletter Blüte, deren Hülle blos aus dem gefärbten elch (nach andern Perigon) besteht. (a eine ganze flanze ohne Wurzel in 1/2 nat. Gr., b Blütenboden mit einem der in einen federigen Schwanz — den aus- gewachsenen Griffel — auslaufenden Nüßchen, vergr.)

Mit den Küchenschellen sind sehr nahe verwandt die Windblumen (Anemone), die sich fast nur durch ungeschwänzte Nüßchen von jenen unterscheiden. Zu dieser Gattung gehört die weißblühende Waldanemone oder das Waldhühnchen (A. nemorosa) und das blaublühende Leberblümchen (A. Hepatica), zwei allgemein verbreitete und bekannte Wald- und Frühlingsblumen.

Fig. 10. Die schwarze Nießwurz (Helleborus niger), eine in den Kärntner- und Krainer Alpen wachsende, heilkräftige, perennirende Pflanze mit leder- artigen fußförmigen grundständigen Blättern von mehr- jähriger Dauer und ebenfalls grundständigen, ein- bis zweiblütigen Blütenschäften und großen Blüten mit röthlichweißem corollinischen Kelch, aus deren Stempeln mehrsamige Balgkapseln entstehen. Blüht im Winter (December bis März), wird deshalb auch Winter- und Christwurz genannt und nicht selten als Zier- pflanze cultivirt. (a Blütenschaft und Blatt in 1/3 nat. Gr., b Stempel und ein Staubgefäß nebst zwei der röhrigen Blumenblätter, welche viel kürzer als der Kelch sind, in nat. Gr.; c Stempel im Längsschnitt, vergr.; d, e Samen von der Seite, im Längs- und Quer- schnitt, vergr.)

Fig. 11. Der Sturmhut (Aconitum Napellus), eine in den Gebirgen Mitteleuropas und Sibiriens an Bächen wild wachsende, in Gärten häufig zur Zierde angebaute Gift- und Heilpflanze mit knolligen Wurzeln und dunkelblauen Blumen, ist besonders, wie alle Arten der Gattung Aconitum durch die helmartige Form der Blume ausgezeichnet. Dieser Helm wird aus den fünf sehr verschieden gestalteten corollinischen Kelchblättern gebildet (c). Unter dem obern Kelchblatt liegen die zwei als gestielte Kapuzen ausgebildeten Blumenkronen- blätter (d). Aus den Stempeln (3—5) entstehen auch hier Balgkapseln. (a Stengelgipfel mit einer Blüten- traube und Stengelblatt, b Wurzelstock in 1/3 nat. Gr., c Blume, d Staubgefäße und Kronenblätter in nat. Gr.). Mit Aconitum ist nahe verwandt die Gattung der Ritterspore (Delphinium), deren Blüte zwei- lippig geformt und gespornt ist. Das oberste der fünf corollinischen Kelchblätter läuft hier in einen hohlen Sporn aus, welcher zwei ebenfalls gespornte Blumen- kronenblätter umschließt. Verschiedene Arten (D. Con- solida, Ajacis, elatum) sind beliebte, sehr verbreitete Zierpflanzen.

Fig. 12. Die Akelei (Aquilegia vulgaris), be- kannte Zierpflanze mit violetten, dunkelblauen, rosen- rothen oder weißen Blumen, welche auch in Deutsch- land, wie überhaupt in ganz Mitteleuropa und einem Theil von Asien in Laubwäldern wild wachsend vor- kommt. Die Gattung Aquilegia ist ebenfalls durch den Bau der übrigens vollkommen regelmäßigen Blüte sehr ausgezeichnet. Der corollinische Kelch besteht aus fünf flachen Blättern, die Blumenkrone aus fünf mit jenen abwechselnden nach unten in einen hohlen Sporn verlängerten Blumenblättern. Aus den Stempeln ent- stehen auch Balgkapseln. (a blütentragender Zweig und ein Blatt in 1/3 nat. Gr., b Stempel und Staub- gefäße, c Stempel im Längsschnitt, vergr.)

Fig. 13. Die Pfund- oder Gichtrose (Paeonia officinalis), eine in Gebirgsgegenden Südeuropas wild wachsende und in Mitteleuropa sehr häufig zur Zierde meist mit gefüllten Blumen angebaute Staude mit knolligen Wurzeln, besitzt wie alle Päonien einen mit großen doppelt fiederschnittigen Blättern besetzten Stengel und endständige große Blüten mit fünf krautigen dicken bleibenden Kelchblättern und 5—10 purpurnen Blu-

menblättern. Aus den 2—3 dickfilzigen Fruchtknoten werden vielsamige Balgkapseln. Wurzeln, Blüten und Samen dieser Pflanze und einiger andern verwandten Arten sind oder waren officinell und galten ehedem für ein Heilmittel gegen die Gicht. (a Stengelgipfel, b Wurzelstock, c aufgesprungene Früchte, d Stempel, e Querschnitt eines solchen, f Staubgefäß, g, h, i Samen ganz, im Längs- und Querschnitt; alles in $^1/_2$ nat. Gr.

Zu den Ranunculaceen gehören ferner: die Waldreben (Clematis), Wiesenrauten (Thalictrum), der Schwarzkümmel (Nigella sativa) u. a. m.

Fam. 3. Magnolienartige (Magnoliaceae). Immergrüne Bäume und Sträucher der tropischen und subtropischen Zone beider Hemisphären mit abwechselnden, einfachen, ganzrandigen oder gelappten, oft drüsig und durchsichtig punktirten Blättern und häutigen Nebenblättern. Blüten regelmäßig, meist einzeln endständig, seltener achselständig in Büscheln und Trauben, mit mehrblätterigem Kelch und sechs- bis mehrblätteriger Blumenkrone, vielen freien Staubgefäßen und vielen an einer Verlängerung des Blütenbodens ähren-, seltener quirlförmig angeordneten Stempeln, aus denen Kapseln, Beeren, Balg- oder Flügelfrüchte entstehen. Samen mit fleischigem Eiweiß.

Taf. 30, Fig. 7. Der Sternanis (Illicium stellatum), ein in China heimischer Baum, mit achselständigen Blüten, aus deren wirtelförmig angeordneten Stempeln sternförmige Gruppen von Balgkapseln entstehen, die wegen ihres flüchtigen anisartigen Oels unter dem Namen Sternanis als Gewürz und Heilmittel gebraucht werden. (a blühender Zweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Staubgefäße, c Stempel in nat. Gr., d Frucht in $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 14. Die großblumige Magnolia (Magnolia grandiflora). Die Magnolien sind prächtig belaubte und schönblühende Bäume des tropischen und subtropischen Nordamerika und Asien mit großen einzelnstehenden Blüten, welche einen dreiblätterigen Kelch, 6—15 Blumenblätter und viele ährenförmige Stempel besitzen. Aus diesen entstehen zweiklappige holzige Kapseln, aus welchen die Samen (1—2) an langen Fäden heraushängen. M. grandiflora ist ein nordamerikanischer bei uns oft im Gewächshaus cultivirter Baum mit großen weißen wohlriechenden Blumen, dessen bittere Rinde in seiner Heimat gegen Fieber angewendet wird. (a Blatt- und Blütenzweig in $^1/_2$ nat. Gr., b Fruchtähre in $^1/_2$ nat. Gr.)

Zu den Magnoliaceen gehört auch der bekannte, noch in Norddeutschland im Freien aushaltende Tulpenbaum (Liriodendron tulipifera), welcher ebenfalls in Nordamerika zu Hause ist. Mit den Magnoliaceen nahe verwandt sind die Anonaceen. Die Früchte dieser Gewächse, Bäume des tropischen Amerika, sind wegen ihres würzigen Wohlgeschmacks berühmt. Es verwachsen hier nämlich die zahlreichen Stempel der Blüte zu einer gemeinschaftlichen beerenartigen Scheinfrucht von der Größe eines Apfels. Besonders geschätzt ist die Frucht der Anona Cherimolia, die sogenannte Chirimoya, deren grüne Schale mit facettenartigen Schuppen bedeckt und deren blutrothes saftiges Fleisch von köstlichem Geschmack ist. Der Chirimoyabaum ist im äquatorialen Amerika zu Hause und wird in den Tropenländern wie auch im südlichsten Europa (z. B. um Malaga) cultivirt.

III. Pflanzengeographie.

(Tafel 31.)

Die als Wissenschaft zuerst von A. von Humboldt begründete Pflanzengeographie hat eine vierfache Aufgabe, nämlich: Erstens, die Ursachen zu erforschen, welche der Verschiedenartigkeit in dem Vorkommen der Verbreitung der Pflanzenarten und deren Individuen und in der Vertheilung der aus denselben zusammengesetzten Pflanzendecke (Vegetation) in Grunde liegen. Zweitens, die verschiedenen Verhältnisse des Vorkommens und der Verbreitung der Pflanzen zu schildern. Drittens, die Vertheilung der Vegetation auf der Erdoberfläche und ihre Zusammensetzung in verschiedenen Gegenden der Erde zu ermitteln. Viertens, die gesellig wachsenden oder durch auffällige Formen ausgezeichneten Pflanzen hinsichtlich ihres äußern Aussehens miteinander zu vergleichen und auf diese Weise die eigenthümliche Physiognomie derselben hervorzuheben, sowie die Physiognomie der Vegetation in verschiedenen Gegenden der Erde zu schildern. Die letzten Zweige pflanzengeographischer Forschung werden auch Statistik und Physiognomie der Vegetation genannt.

Unter den Ursachen, welche der Verschiedenheit des Vorkommens und der Verbreitung der Pflanzen zu Grunde liegen, spielen Boden und Klima die hervorragendste Rolle. Der erste Theil der Pflanzengeographie fällt deshalb mit der Bodenkunde und Klimalehre (Meteorologie) zusammen und ist nur ein Theil der physischen Geographie. Ueberall auf der Erde, wo die Beschaffenheit des Bodens die Ansiedelung von Pflanzen gestattet, und wo Wärme, Feuchtigkeit, Licht und Luft sich vereinigt finden, mögen Pflanzen zu wachsen und kommen solche auch wirklich vor. Denn wir finden noch Pflanzen in Spalten nackter harter Gesteine, ja sogar auf ihnen (Flechten), und ebenso in den ödesten, unfruchtbarsten Sandwüsten und Salzsteppen, sobald nur neben Wärme und Licht auch einige Wärme und Feuchtigkeit vorhanden sind. Je nahrhafter aber der Boden und je wärmer und feuchter das Klima ist, desto reicher an Pflanzenformen und desto üppiger im Wuchs gestaltet sich auch die Pflanzendecke der Erde. Je nach der Oberflächengestaltung, dem Aggregatzustand, der chemischen Zusammensetzung und dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wechselt die Zusammensetzung der denselben bedeckenden Vegetation. So haben sandige, salzige, thonhaltige Landstriche stets eine ärmere, minder zusammengesetzte und zum großen Theil aus anderen Pflanzenarten bestehende Vegetation, als ein humus- an Kalisalzen reicher, lockerer und feuchter oder auch kalkhaltiger Boden. Es gibt Pflanzenarten, die im Vorkommen an das Vorwalten eines bestimmten Bestandtheils gebunden ist, z. B. sehr viele, die nur auf Kalkboden gedeihen, oder auf Salz-, oder auf kalkhaltigem Moorboden (Kalk-, Salz-, Moorpflanzen). Dergleichen Pflanzen hat Unger Bodenstete genannt im Gegensatz zu den Bodenholden, d. h. Pflanzen, welche auf verschiedenen Bodenarten wachsen, und nur auf einer bestimmten (z. B. Kalkboden) in großer Menge und bestem Wuchse vorkommen, und zu den Bodenvagen, d. h. solchen, die ohne Unterschied auf allerlei Boden ein gleichgutes Gedeihen und gleichhäufiges Vorkommen zeigen. Die meisten Pflanzen sind nach dieser Eintheilung bodenholde, die wenigsten bodenvage. Ferner unterscheidet man nach dem Vorkommen Wasser-, Sumpf-, Strand-, Wiesen-, Felsen-, Schuttpflanzen, Pflanzen des bebauten Bodens (Unkräuter), Wald-, Steppen-, Wüsten-, Heide-, Gebirgs-, Alpenpflanzen u. s. w.

Von viel größerm Einfluß auf das Vorkommen und namentlich auf die Verbreitung und Vertheilung der Pflanzenarten ist die Verschiedenheit des Klimas. Zunächst tritt der Einfluß der verschiedenartigen

ärmeverhältnisse der Atmosphäre in der Verbreitung der Pflanzenarten, Gattungen und Familien wol in horizontaler als verticaler Richtung (in Gegen) sehr entschieden auf. A. v. Humboldt verand bekanntlich die Orte gleicher mittlerer Jahrestemperatur durch Linien und nannte diese Linien othermen. Diese Linien verlaufen zwar parallel, ich den Parallelkreisen oder Breitegraden, aber neswegs parallel mit dem geographischen Aequator, ndern lassen die verschiedenartigsten Krümmungen ennen, welche theils durch große Wassermassen leere, Seen), theils durch hohe Gebirge und beson- s Plateaux bedingt sind, worauf hier nicht weiter einzangen werden kann. Der thermische Aequator, d. h. die othere der höchsten mittlern Jahrestemperatur von 28° C. schneidet den geographischen Aequator an ei Punkten, in der Sundastraße und im Großen ean. Die Punkte der niedrigsten Mitteltemperatur den die Kältepole. Und zwar nimmt man auf der rdlichen Halbkugel 2 Kältepole an, von denen der eine -17,2° C.) in Sibirien (im Meridian von Irkutsk), r andere (—19,7° C.) in Amerika im Meridian n Acapulco liegt. Größer als der Einfluß des Verufs der Isothermen hat sich derjenige des Verlaufs r Isotheren und Isochimenen, d. h. der Linien icher mittlerer Sommer- und Wintertemperatur auf Verbreitung der Pflanzen herausgestellt. Nur wenige lanzen sind über die ganze Erdoberfläche verbreitet smopolitische Pflanzen), die meisten haben einen viel schränktern Verbreitungsbezirk (Areal), bei dem man e polare und äquatoriale, eine Ost- und Westgrenze terscheidet. Der Verlauf der Isotheren und Isochimenen stimmt vorzüglich die Grenzen der Verbreitungsbeke gegen Süden und Norden, und da sich diese unter b parallelen Linien schneiden, auch die Grenzen gegen esten und Osten. So wird z. B. der Verbreitungsgirk der Fichte (Abies excelsa) gegen Norden und sten von der Isochimene von — 10°, gegen Süden d Westen von der Isothere von + 15° begrenzt. a mit der Erhebung über die Meeresfläche die mittlere mperatur des Jahres und der Jahreszeiten ähnlich, ie in der horizontalen Richtung vom Aequator nach n Polen abnimmt (im Durchschnitt entspricht eine bbezunahme von 90 bis 100 Toisen einer Wärmenahme von 1° C.), so wird der Verbreitung einer flanze auch in verticaler Richtung, also in Gebirgen, rch eine bestimmte mittlere Temperatur des Winters n Ziel gesetzt. Wirkliche Gebirgspflanzen, d. h. solche elche nur in Gebirgen, nicht aber in der Ebene (im iveau der Meeresoberfläche) gedeihen, zeigen eine ere und untere Grenze ihres Verbreitungsbezirks, n denen die untere Grenze durch eine bestimmte ittlere Sommertemperatur, die immer geringer sein ird als die mittlere Sommertemperatur der Tiefebene, dingt wird. Nicht minder einflußreich als die Verbiedenheit der Wärme ist die Verschiedenheit des euchtigkeitsgehaltes der Luft und der Menge der tmosphärischen Niederschläge (kurzweg Regenenge genannt). Durch sie wird vorzugsweise die Verbiedenheit des Küsten- oder Insel- und des Continentalklimas bedingt. Letzteres zeichnet sich durch eiße Sommer und kalte Winter, im Sommer durch eiße Tage und kühle Nächte, überhaupt durch große xtreme in der Temperatur und schroffste Uebergänge on einem Extrem zum andern, wie durch eine verältnißmäßig trockene Luft und geringe Regenmenge us, während das Küstenklima milde Sommer und Winter, im Sommer wenig heiße Tage und warme Nächte, keine großen Temperaturextreme und sanfte Uebergänge von einem Extrem zum andern, endlich eine stets feuchte Luft und bedeutende Regenmenge zeigt. Da nun die Mehrzahl der Pflanzen einen gleichmäßigen Gang der Temperatur und eine reichliche Menge von Luftfeuchtigkeit und Regen liebt, so erklärt es sich, weshalb in Küstengegenden und auf Inseln die Vegetation stets reicher zusammengesetzt und üppiger ist als im Innern großer Continente. Je höher zugleich die Mitteltemperatur des Jahres ist, desto reichhaltiger pflegt auch, eine passende Bodenbeschaffenheit vorausgesetzt, die Vegetation der Küstenländer und Inseln zu sein, z. B. unter dem Aequator und in den Tropengegenden. Sehr modificirend wirken aber auf diese Verhältnisse die kalten und warmen Luft- (die Winde) und Meeresströmungen ein. Der warme Golfstrom, welcher aus dem Meerbusen von Mexico kommend längs der norwegischen Küste um das Nordcap ins Nördliche Eismeer vordringt, modificirt das Küstenklima Norwegens so bedeutend, daß in Lappland noch unter 70° Breite Roggen gebaut werden kann, während diese Getreideart an der gegenüberliegenden Küste von Grönland schon unter dem 60° nicht mehr gedeiht. Die kalten Ostwinde, welche im Winter und Frühling von Sibirien her das große osteuropäische Flachland bestreichen, machen den Winter in den Ostseeprovinzen Rußlands um vieles kälter, als in dem unter gleicher Breite gelegenen Schottland. Im allgemeinen hat sich aber herausgestellt, daß auf der nördlichen Halbkugel die Ostküsten ein beträchtlich kälteres Klima haben als die Westküsten. Ueberhaupt wird das Klima eines Landes durch die Lage (Exposition) zur Himmelsgegend und im Innern durch die Erhebung des Bodens, durch das Vorhandensein oder Fehlen großer Wasser- und Waldmassen u. s. w. vielfach modificirt, doch kann hier auf eine Erörterung der localen Verschiedenheiten des Klimas nicht eingegangen werden.

Unter Beachtung der Verschiedenheiten des Klimas und besonders der Wärme auf der Erdoberfläche hat man nun folgende pflanzengeographische Zonen (in horizontaler Richtung) und Regionen (in verticaler Richtung) festgesetzt.

1. Die Aequatorial- oder Aequinoctialzone, vom Aequator bis 15° nördl. und südl. Br., zwischen den Isothermen von + 28 und 26° C. gelegen, oder die Zone der Palmen und Bananen.

2. Die tropische Zone oder die Zone der Feigenbäume und Baumfarrn, von 15 bis 28° Br. (auf jeder Hemisphäre), zwischen den Isothermen von + 25 und 23° gelegen.

3. Die subtropische Zone oder die Zone der Myrten und Lorbern, von 23 bis 34°, zwischen den Isothermen von + 23 und 17°.

4. Die wärmere gemäßigte Zone oder die Zone der immergrünen Laubhölzer, von 34 bis 45°, zwischen den Isothermen von + 17 und 12°.

5. Die kältere gemäßigte Zone oder die Zone der sommergrünen Laubhölzer, von 45 bis 58°, zwischen den Isothermen von + 12 und 6°.

6. Die kalte Zone oder die Zone der Nadelhölzer, von 58 bis 66°, zwischen den Isothermen von + 6 und 4°.

7. Die arktische (resp. antarktische) Zone oder die Zone der Alpensträucher, von 66 bis [illegible] zwischen den Isothermen von + 2 und 0° C.

8. Die Polarzone oder die Zone der [illegible] kräuter, vom 72.° Breitengrade und der [illegible] von 0° C. an.

Diesen acht Zonen entsprechen zwischen [illegible] kreisen und besonders unter dem [illegible] folgende acht Pflanzenregionen:

1. Heiße Region oder [illegible]

und Bananen, von der Meeresfläche bis 1900 par. Fuß, mit einer mittlern Jahrestemperatur von + 27 bis 23° C.

2. Untere warme Region oder Region der Feigen und Baumfarrn, von 1900 bis 3800 Fuß, mit + 23 bis 20° C. mittlerer Jahrestemperatur.

3. Obere warme Region oder Region der Myrten und Lorbern, von 3800 bis 5700 Fuß und einer Mitteltemperatur des Jahres von + 20 bis 17° C.

4. Laue Region oder Region der immergrünen Laubhölzer, von 5700 bis 7600 Fuß und + 17 bis 14° Jahrestemperatur.

5. Kühle Region oder Region der sommergrünen Laubhölzer, von 7600 bis 9500 Fuß und einer Jahrestemperatur von + 14 bis 11° C.

6. Kalte Region oder Region der Nadelhölzer, von 9500 bis 11400 Fuß und einer Jahrestemperatur von + 11 bis 7° C.

7. Untere Schneeregion oder Region der Alpensträucher, von 11400 bis 13300 Fuß, und einer Jahrestemperatur von + 7 bis 4° C.

8. Obere Schneeregion oder Region der Alpenkräuter, von 13300 bis 15200 Fuß und darüber, mit einer mittlern Jahrestemperatur von + 3° bis 0° C. und weniger.

Für die Alpen, welche sich auf der Grenze zwischen der kältern und wärmern gemäßigten Zone befinden, hat Heer folgende fünf Regionen aufgestellt: 1) Untere Laubwald- oder angebaute Region, von der Ebene (1000 Fuß) bis 2500 Fuß; 2) obere Wald- oder Buchenregion, von 2500 bis 4000 Fuß; 3) Region der Nadelhölzer oder subalpine, von 4000 bis 5500 Fuß; 4) Region der Alpensträucher oder untere alpine, von 5500 bis 7000 F.; 5) Region der Alpenkräuter oder obere alpine (Schneeregion), von 7000 Fuß bis an die Grenze des ewigen Schnees.

Während die Beschaffenheit des Bodens und klimatische Verhältnisse die Vertheilung einer Pflanzenart innerhalb ihres Verbreitungsbezirks und die Ausdehnung des letztern in der Hauptsache bedingen, wird die unmittelbare Verbreitung der Pflanzen selbst theils durch Wind- und Wasserströmungen, theils durch Thiere und Menschen vermittelt. Eine Unzahl von Samen und Früchten von Tausenden von Pflanzen werden alljährlich durch den Wind über weite Länderstrecken verbreitet, andere durch Flüsse aus den Gebirgen in die Ebenen hinab-, oder durch Meeresströmungen und Wogengang von einer Küste an die andere geschwemmt. So erscheinen im Bett der Isar bei München Pflanzen, die in den höhern Regionen der Alpen heimisch sind, so werden alljährlich vom Golfstrom Samen amerikanischer Pflanzen an die Küsten Europas gespült, die sich hier entweder, gewöhnlich nur vorübergehend, ansiedeln oder zu Grunde gehen. Durch den Wind werden namentlich leichte, zumal mit Haarbüscheln, Federkronen und andern Flugorganen versehene Samen und Früchte, durch das Wasser schwerere Samen und Früchte fortgeführt. Beeren und andere saftige Früchte werden von vielen Vögeln als Nahrung benutzt und ihre Samen mit den Excrementen dieser Thiere oft in weiter Ferne von dem Standort der Pflanze der Erde übergeben. Daraus erklärt sich z. B. die so unregelmäßige und sporadische Verbreitung der gemeinen Mistel (Viscum album) in Europa. Aber auch der Mensch hat wesentlich zur Verbreitung vieler Pflanzen beigetragen und thut dies noch alljährlich. Nicht allein hat das wandernde Menschengeschlecht eine große Anzahl Culturpflanzen über weite Länderstrecken, ja (z. B. den Weizen) fast über die ganze Erdoberfläche verbreitet; mit den Culturpflanzen sind von den Menschen unabsichtlich auch e[r]
Menge von Unkräutern, welche es lieben mit [d]
wissen Culturpflanzen zusammenzuleben, [v]
worden. Dieselben Unkräuter, welche unter dem [Ge]
in Deutschland wachsen, finden sich jetzt zum gr[o]
Theil auch in Amerika und Neuholland. Von e[i]
Culturpflanzen, deren Anbau seit undenklichen [Z]
betrieben worden ist, kennen wir weder die [Ge]
noch die Stammpflanze; aber ihre Wanderungen [s]
bekannt. So folgte die Weinrebe den Griechen, [d]
Weizen den Römern, der Roggen den Slaven, [d]
Baumwolle den Arabern in alle Länder, [w]
diese Völker bei der Ausbreitung ihrer Herrschaft [u]
ihres Handels drangen. Zu Cato's Zeiten kannten [d]
Römer weder süße Kirschen, noch Pfirsichen, [n]
Maulbeerbäume. Alle diese Fruchtbäume sind [e]
Asien gekommen, obwol von vielen Botanikern [be]
des Süßkirschenbaums, der unverkennbar von [d]
Vogelkirschbaum (Prunus avium) abstammt — [e]
dieser nicht etwa als ein verwilderter Süßkirschbaum [z]
zu betrachten ist — behauptet wird, daß er in [Mi]
europa, wo die Vogelkirsche ja häufig in Wäldern [v]
findet, einheimisch sei. Ein Süßkirschenbaum [m]
reifen Früchten beladen, schmückte den Triumphzug [d]
des Lucullus. Schon hundert Jahre später [w]
Cultur dieses Baums in Frankreich, England [u]
Deutschland verbreitet.

Hinsichtlich der Vertheilung der Pflanzenindividuen [i]
innerhalb des Verbreitungsbezirks läßt eine jede [Ar]
ein Maximum und Minimum erkennen. Ganz [di]
gilt von der Vertheilung der Arten einer Gattung [i]
innerhalb des Verbreitungsbezirks der letztern, und [v]
der Vertheilung der Gattungen einer Familie in [ih]
Verbreitungsbezirke. So kommen z. B. nirgends [a]
der Erde mehr Gattungen und Arten von Palmen [vo]
naceen vor, wie im tropischen Afrika. Hier also [e]
reicht diese über die ganze Erdoberfläche verbreitete [F]
Familie das Maximum ihres Vorkommens. [A]
dem Vorherrschen bestimmter Pflanzengruppen [o]
der Zusammensetzung der Vegetation hat Schouw [di]
ganze Erdoberfläche in 25 pflanzengeographische [Re]
eingetheilt, welche wieder in Provinzen und [Un]
gebiete zerfallen, z. B. ein Reich der Umbelliferen [m]
Cruciferen angenommen, welches die nördliche [Hä]
Europas und eine breite Zone von Mittelasien [um]
und in die beiden Provinzen der Cichoriaceen (in [di]
und mitteleuropäische Flora) und der Astrag[a]
Halophyten und Cynarocephalen (mittelasiatische [Fl]
zerfällt. Römer dagegen nimmt nur neun Reiche [a]
der ganzen Erde an, denen er geographische Benennungen [z]
gibt: 1) das nordische, 2) das mittelländische, 3) [das]
südasiatische, 4) das ostindische, 5) das oceanische, [6]
6) das afrikanische, 7) das mittelamerikanische, 8) [das]
südamerikanische, 9) das antarktische Reich.

Aufgabe der Statistik der Vegetation ist zunächst [di]
die Gesammtzahl der Arten, welche die gegenwärtige [Ve]
Vegetationsdecke der Erde zusammensetzen, zu ermitteln, [ei]
eine Aufgabe, von deren Lösung wir noch weit [en]
fernt sind. Ja, es ist sogar unmöglich, mit Bestimmtheit [an]
heit anzugeben, wie viel Pflanzenarten gegenwärtig [be]
bekannt sind, da der Begriff der Art von den Systematikern [se]
matikern sehr verschieden aufgefaßt wird. Zu Linné's [Z]
Zeit waren etwa 8000 Arten bekannt, jetzt kann die [Z]
Zahl der bekannten vielleicht auf 100000 veranschlagt [w]
werden. Leichter ausführbar und ungleich wichtiger [is]
ist es, die Verhältnißzahlen zu ermitteln, in welcher [in]
innerhalb eines gegebenen Florengebiets (eines Landes, [ei]
eines Erdtheils, z. B. Europas) die einzelnen Familien [un]
und Gattungen hinsichtlich ihrer Artenzahl zueinander [st]
stehen und die gefundenen Verhältnißzahlen mit der

ligen derselben Familien und Gattungen der anenzenden oder anderer Florengebiete zu vergleichen, nn dadurch allein kann ein klarer Ueberblick über die sammensetzung der Vegetation eines Florengebiets wonnen werden. Man ermittelt zunächst die Gesammtzahl aller Pflanzen oder der einer bestimmten Abtheilung s Pflanzenreichs (z. B. den Dikotylen) angehörenden lanzen des gewählten Florengebiets, und vergleicht mit die Summe sämmtlicher Arten einer jeden milie, Ordnung u. s. w. Das gefundene Resultat rd entweder durch einen gemeinen Bruch oder durch arithmetisches Verhältniß ausgedrückt. So bilden z. B. Ranunculaceen auf Sicilien $^1/_{50}$ der Gesammtzahl r Samenpflanzen oder verhalten sich zu diesen wie 1:50. ne Vergleichung der Floren von Sicilien, Deutschland er Ländermasse des ehemaligen Deutschen Bundes) und chweden ergibt unter anderm, daß sich in diesen drei indern zur Gesammtzahl ihrer Samenpflanzen verhalten:

	in Sicilien	in Deutschland	in Schweden
e Gramineen	wie 1 : 10,6	1 : 12,3	1 : 11,4
e Cyperaceen	wie 1 : 40,0	1 : 18,6	1 : 12,5
e Compositen	wie 1 : 8,7	1 : 8,2	1 : 11,1
e Cruciferen	wie 1 : 21,0	1 : 18,2	1 : 22,2
e Leguminosen	wie 1 : 8,8	1 : 18,4	1 : 25,0

. s. w. Man übersieht hieraus mit einem Blick, daß die nzahl der Arten der angeführten Familien in Europa on Süden nach Norden abnimmt. Auf dieselbe Weise nn man die Holzgewächse, perennirenden, zwei- und injährigen Pflanzen verschiedener Florengebiete miteinnder vergleichen.

Die Physiognomik der Vegetation hat den eigenbümlichen Charakter (die Physiognomie) der Vegetation iner jeden Zone und Region, eines jeden pflanzengeoraphischen Reichs und Florengebiets festzustellen und u ermitteln, durch welche in der Vegetation eines jeden lchen Gebiets enthaltenen Pflanzen oder Pflanzenruppen dessen Physiognomie bedingt wird. Solche ie Physiognomie der Vegetation bestimmende Pflanzenruppen hat A. von Humboldt Pflanzenformen genannt und deren 16 unterschieden. Spätere Pflanzenographen vermehrten diese Zahl auf 20, und wir möchten deren 35 annehmen, nämlich: 1) die Gräserorm, 2) die Bananenform, 3) die Pandanenform,) die Bromeliaceenform, 5) die Agavenform, 6) die Palmenform, 7) die Farmform, 8) die Mimosenform der Form der zartgefiederten Laubbäume, 9) die Juglandineenform oder Form der grobgefiederten Laubbäume, 10) die Form der Laubbäume mit einfachen Blättern, 11) die Coniferenform oder Form der nadel- und schuppenblätterigen Bäume, 12) die Casuarinenform, 13) die Proteen-, Eriken- und Epacridenform, 14) die Myrtenform, 15) die Cistusform, 16) die Rosenform, 17) die Form der strauch- und baumartigen Compositen, 18) die Form der strauchartigen Labiaten, 19) die Veilchenform, 20) die Astragaleenform, 21) die Umbelliferenform, 22) die Distelform, 23) die Cactusform, 24) die Crassulaceenform, 25) die Lilienform, 26) die Nymphäenform, 27) die Orchideenform, 28) die Pothosform, 29) die Lianenform, 30) die Loranthaceenform, 31) die Form der Halbsträucher, 32) die Form der Alpenkräuter, 33) die Moosform, 34) die Flechtenform, 35) die Lemnenform. Die Beschränktheit des Raums gestattet nicht, alle diese Pflanzenformen zu schildern; es sollen daher nur einige der wichtigsten herausgegriffen und kurz charakterisirt werden. Die Palmenform, zu welcher außer den eigentlichen Palmen auch die baumartigen Liliaceen (Yucca) und Asparageen (Dracaena) gehören, ist von alters her als die edelste Pflanzenform betrachtet worden. Sie nimmt vom Aequator nach der gemäßigten Zone hin an Stärke und Größe ab; dennoch verleiht die bescheidenste aller Palmen, die niedrige europäische Zwergpalme (Chamaerops humilis), wenn sie große Strecken in dichtem Bestande bedeckt (z. B. in den Ebenen Andalusiens), der Vegetation ein sehr eigenthümliches Gepräge. Zu den Palmen gesellt sich in allen Tropenländern die Bananenform, von den Scitamineen und Marantaceen gebildet. Niedrige, aber saftreiche fast krautige Stämme tragen dünn und locker gewebte, zartgestreifte, seidenartig glänzende Blätter von bisweilen riesiger Größe. Auf ihrer Frucht beruht die Nahrung fast aller Tropenbewohner. Wenn der getreidebauende Mitteleuropäer einförmige weitgedehnte Grasfluren hervorbringt, die wenig den Anblick der Landschaft verschönern, so vervielfacht dagegen der sich ansiedelnde Tropenbewohner durch Bananenpflanzungen eine der herrlichsten Pflanzengestalten. Die Mimosenform, Bäume und Sträucher mit doppelt und dreifach gefiederten oder einfach aber zart (kleinblätterig) gefiederten Blättern (Acacia, Mimosa, Tamarindus, Schinus u. a.), ist ebenfalls den Tropengegenden angehörig und gereicht denselben zu hohem Schmuck. Ihr feingefiedertes Laub hat etwas unbeschreiblich Luftiges und Elegantes. Eine Erschütterung des Bodens, sogar der Hufschlag eines dahineilenden Pferdes ist hinreichend, um solche Pflanzenmassen in Bewegung zu setzen. Die tiefe Himmelsbläue, durch die zartgefiederten Blätter schimmernd, ist von überaus malerischem Effect. Die Cactusform, starre, säulen- oder schlangenförmige, kugelige, fleischig gegliederte blattlose, oft von Stacheln starrende, aber mit in den brennendsten Farben prangenden Blüten besetzte Pflanzengestalten, belebt die öden, fast vegetationslosen Wüsten und nackten Felsengegenden des westlichen Südamerika und Mexicos und bringt einen höchst eigenthümlichen Zug in die Physiognomie der Landschaft. Im tropischen Afrika ist diese Form durch die cactusartigen Euphorbien, die fleischigen Cacalien, am Cap durch die Stapelien repräsentirt. Die Form der Nadelhölzer belebt durch ihr ewiges Grün die Winterlandschaften der kalten und gemäßigten Zone, verleiht aber, in reinen Beständen allein wachsend, als ausgedehnter Nadelwald, der von ihr bedeckten Landschaft eine einförmige, ja düstere Physiognomie. Sehr angenehm wirkt dagegen diese Pflanzenform im Gemisch mit der hellgrün beblätterten Form der einfachblätterigen sommergrünen Laubhölzer. Diese beiden Pflanzenformen bestimmen vorzugsweise den Vegetationscharakter in der kältern gemäßigten und kalten Zone.

Erläuterung der Karte. Nr. 1 zeigt die Verbreitung des Anbaues der wichtigsten Culturpflanzen der Erde auf deren gesammter, in Mercator's Projection dargestellten Oberfläche. Die einzelnen Culturpflanzen sind durch verschiedene Farben und Zeichen angegeben. Man übersieht mit einem Blicke, daß unter den einzelnen Getreidearten der Weizen die größte Verbreitung gefunden hat, indem derselbe rings um die Erde, auf beiden Hemisphären gebaut wird. Doch nimmt sein Anbau auf der nördlichen Halbkugel ungleich größere Flächen ein, als auf der südlichen. Im tropischen Asien erscheint der Weizen durch den Reis ersetzt, welcher auch im tropischen Afrika und selbst in Südamerika bedeutende Flächen einnimmt. Verglichen mit diesen beiden Getreidearten steht der Roggen, [illegible] vorzugsweise für die kältere gemäßigte Zone [illegible] nete Brotfrucht, der reinen zurück. Mit dem Weizen wird fast überall Gerste, mit dem Roggen Hafer gebaut; beide Getreidearten gedeihen aber [illegible] jenseits der Baumgrenze des Ackerbaus [illegible] daher in Lappland und in Sibirien nach [illegible] Cultur [illegible] ist allein, in der Neuen

mentlich zwischen den Wendekreisen und in der nördlichen gemäßigten Zone spielt der Anbau des Mais eine hervorragende Rolle, desgleichen an der Westküste des tropischen Afrika (hier im Verein mit Reis) und in den Umgebungen des Mittelländischen Meeres (dort im Verein mit Weizen). Nächst den mehlspendenden Getreidegräsern ist die Kartoffel wol die verbreitetste und daher wichtigste Nährpflanze geworden, indem deren Anbau sowol innerhalb der Wendekreise, als noch in der kalten Zone möglich ist. Noch ist auf dieser Karte die Verbreitung des Kaffeebaues, welcher jetzt große Länderstrecken in den Tropenländern der Alten und Neuen Welt einnimmt, angegeben, sowie diejenige der nur in Indien und China angebauten Sagopalmen. Die schwarzen geschlängelt verlaufenden Linien sind Isothermen, und zwar die Isotherme von 0° der nördlichen Hemisphäre, sowie die Linie der höchsten Jahreswärme (der thermische Aequator) stärker angelegt als die übrigen.

Nr. 2 veranschaulicht die Verbreitung des Ackerbaues, Weinbaues und des Waldes (d. h. der größern Waldmassen) in Mitteleuropa. Durch rothe Linien sind die Polargrenzen der Buche, Edeltanne, Edelkastanie, des Weinstocks und des Oelbaums bezeichnet, wobei bemerkt werden muß, daß die Linien des Weinstocks und der Edelkastanie nur die Grenzen des Anbaues dieser Gewächse im großen (des Weinbaues zur Gewinnung von Wein und des Anbaues der Kastanie als Forst- und Obstbaum) bezeichnen, indem beide Pflanzen vereinzelt (z. B. der Weinstock als Spalierpflanze) noch weit nordwärts über jene Grenzen hinaus cultivirt werden können.

Nr. 3 gibt eine Uebersicht über die gegenwärtige Verbreitung der Cultur des Theestrauchs und des Pfeffers im tropischen und subtropischen Asien und den Inseln des Indischen Meers. Die beiden mit bezeichneten Cartons versinnlichen die verticale Verbreitung der Vegetation an den Hängen von für die wichtigsten Gebirge beider Hemisphären, der Alten und der Neuen Welt. Der kleinere Carton zeigt zunächst den Pic von Teneriffa, an dessen Hängen sich die Vegetationsregionen unterscheiden lassen: Region der Palmen und andern Tropenpflanzen, Culturland der Orangen und andern Südfrüchten, Region der Lorbeerhaine und der canarischen Kiefer (Pinus canariensis), die Region der Alpensträucher und Alpenkräuter. Weniger scharf ausgeprägte Regionen lassen die Alpen erkennen; indessen kann man hier namentlich die Region des Laubwaldes, resp. der Buche, innerhalb welcher auch das Culturland liegt, die Region der Nadelhölzer und diejenige der Alpensträucher und Alpenkräuter unterscheiden. Am Sulitelma in Lappland erscheinen nur zwei Regionen deutlich ausgeprägt, eine Region des Nadelwaldes (Kiefern, Fichten), und eine Region der Alpensträucher und Alpenkräuter. Auf dem große Carton ist die Verbreitung der Vegetation in den Anden und im Himalaja veranschaulicht. Beide Gebirge lassen drei Hauptregionen erkennen: Region der Palmen, Bananen und anderer Tropengewächse, Region der Laub- und Nadelwälder mit Einschluß des dem Getreide gewidmeten Culturlandes, und Region der Alpensträucher und Alpenkräuter. Der mittlere hier Gürtel zerfällt aber in drei Unterregionen: Region der immergrünen Laubhölzer, Region der sommergrünen Laubhölzer, Region der Nadelhölzer. Letztere fehlt den Anden (Chile mit seinen Araucarienwäldern ausgenommen, welche aber einen viel tiefer gelegenen Waldgürtel bilden) nicht vertreten.

Schlüssel der Klassen des Linné'schen Sexualsystems.

I. Phanerogamen, d. h. Pflanzen m. deutlich erkennbaren Geschlechtsorganen.	Monoklinische, d. h. Zwitterblüten.	Staubgefäße frei, d. h. völlig voneinander getrennt.	Länge der Staubf. unbestimmt.	1—12 Staubgefäße in jeder Blüte.	Ein Staubgefäß	1. Kl.	Monandria, Einmännige	
					Zwei Staubgefäße	2. »	Diandria, Zweimännige	
					Drei »	3. »	Triandria, Dreimännige	
					Vier »	4. »	Tetrandria, Viermännige	
					Fünf »	5. »	Pentandria, Fünfmännige	
					Sechs »	6. »	Hexandria, Sechsmännige	
					Sieben »	7. »	Heptandria, Siebenmännige	
					Acht »	8. »	Octandria, Achtmännige	
					Neun »	9. »	Enneandria, Neunmännige	
					Zehn »	10. »	Decandria, Zehnmännige	
					Zwölf »	11. »	Dodecandria, Zwölfmännige	
				20—100 Staubgef.	Staubgefäße d. Kelch eingefügt	12. »	Icosandria, Zwanzigmännige	
					Staubgefäße d. Blütenboden (hypogynisch) eingefügt	13. »	Polyandria, Vielmännige	
			Zwei Staubf. kürzer als die übrigen.		2 lange u. 2 kurze Staubfäden	14. »	Didynamia, Zweimächtige	
					4 lange u. 2 kurze Staubfäden	15. »	Tetradynamia, Viermächtige	
		Staubgefäße untereinander oder mit dem Stempel verw.	Staubfäden verwachsen.		Staubf. in einen Cylinder verwachsen	16. »	Monadelphia, Einbrüderige	
					Staubf. in 2 Bündel verwachsen	17. »	Diadelphia, Zweibrüderige	
					Staubf. in 3 od. mehr Bündel verw.	18. »	Polyadelphia, Vielbrüderige	
			Staubbeutel verwachsen.		Staubbeutel in einen Cylinder verw.	19. »	Syngenesia, Vereinmännige	
					Staubbeutel mit dem Griffel verw.	20. »	Gynandria, Mannweibige	
	Diklinische, d. h. eingeschlechtige Blüten.	Männl. u. weibl. Blüten auf einer Pflanze (einem Pflanzeneg.)				21. »	Monoecia, Einhäusigkeit	
		» » » » » zwei Pflanzen				22. »	Dioecia, Zweihäusigkeit	
		» » » » nebst Zwitterblüten auf e. od. mehrern Pflanzen				23. »	Polygamia, Vielehigkeit	
II. Kryptogamen, d. h. Pflanzen m. verborg. o. m. bloß. Auge nicht wahrnehmb. Geschlechtsorganen						24. »	Cryptogamia, Verborgenehige	

Mineralogie.

Bearbeitet

von

A. Stelzner,
Professor an der Bergakademie zu Freiberg.

und

Dr. Otto Prölß,
Hütteningenieur zu Bergisch-Gladbach.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3

A. Morphologische Eigenschaften der Mineralien 4
1. Das tesserale System 5
2. Das tetragonale System 6
3. Das hexagonale System 6
4. Das rhombische System 7
5. Das monokliniſche System 7
6. Das trikliniſche System 8
Unvollkommenheiten der Kryſtallbildung . . 8
Kryſtallmeſſung 9
Mineralaggregate 9
Pſeudomorphoſen 10

B. Phyſikaliſche Eigenſchaften der Mineralien 10
1. Spaltbarkeit und Bruch 10
2. Härte und Tenacität 10
3. Dichtigkeit oder ſpecifiſches Gewicht . . . 11
4. Magnetismus 11
5. Optiſche Eigenſchaften 11
6. Elektriſche Eigenſchaften 12

C. Chemiſche Eigenſchaften der Mineralien. 13

D. Beſchreibung der wichtigſten Mineralien.
I. Klaſſe. Metalloide 14
II. Klaſſe. Salze 15
1. Familie. Kohlenſaure Salze (Carbonate) 15
2. „ Schwefelſaure Salze (Sulphate) 16
3. „ Borſaure Salze (Borate) . . . 17
4. „ Salpeterſaure Salze (Nitrate) 17
5. „ Phosphorſaure Salze (Phosphate) 17
6. Familie. Fluorverbindungen (Fluoride
7. „ Chlorverbindungen (Chloride
III. Klaſſe. Steine . . . . . .
1. Familie. Kieſel . . . . . .
2. „ Feldſpatartige Mineralien . .
3. „ Zeolithe . . . . . .
4. „ Glimmer . . . . . .
5. „ Amphibole . . . . . .
6. „ Edelſteine . . . . . .
IV. Klaſſe. Schwere Metalle und ihre Verbindungen . . . . . .
1. Familie. Eiſen . . . . . .
2. „ Mangan . . . . . .
3. „ Kobalt und Nickel . . . . .
4. „ Zink . . . . . .
5. „ Kupfer . . . . . .
6. „ Blei . . . . . .
7. „ Silber . . . . . .
8. „ Gold . . . . . .
9. „ Platin . . . . . .
10. „ Queckſilber . . . . . .
11. „ Zinn . . . . . .
12. „ Molybdän . . . . . .
13. „ Titan . . . . . .
14. „ Wolfram . . . . . .
15. „ Wismut . . . . . .
16. „ Antimon . . . . . .
17. „ Arſen . . . . . .

E. Edelſteinkunde . . . . . .

(Die Bearbeitung der Tafeln hat Herr Profeſſor A. Stelzner, die des Textes Herr Dr. Otto Prölß geliefert.)

Einleitung.

Die Mineralogie (Naturgeschichte der Mineralien) besitzt erst seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts einen streng wissenschaftlichen Charakter.

Wenn man auch schon in den ältesten Zeiten die Erze zur Darstellung der Metalle, die Edelsteine und andere, durch besonders hervorragende Eigenschaften ausgezeichnete Steinarten, zur Schmückung von Waffen, Geräthen und Gebäuden zu benutzen verstand, so waren doch während des Alterthums und bis an das Ende des Mittelalters nur Bergleute, Steinschneider, kurz Leute, die in der Praxis mit diesen Dingen zu thun hatten, Träger vereinzelter empirischer Kenntnisse; die damaligen Naturphilosophen aber beschränkten sich, soweit sie überhaupt Mineralien in den Kreis ihrer Betrachtungen zogen, darauf, über alle möglichen, den Steinen angedichtete übernatürliche Eigenschaften zu philosophiren, sich über deren heilkräftige Tugenden und Beziehungen zu den Gestirnen in unfruchtbaren Speculationen zu ergehen; alles tiefere Verständniß über physikalische und chemische Eigenschaften entbehrten sie, über die Bildung der Mineralien, über ihre Rolle im Haushalte der Natur waren sie in völliger Unkenntniß.

Auch das 16. und 17. Jahrhundert wendet diesem Theile naturwissenschaftlicher Forschung nur wenig Interesse zu. Zwar fällt in diese Zeit der erste Versuch einer ausführlichern Mineralienbeschreibung durch Georg Agricola (1546), die Erkenntniß der Unveränderlichkeit der Krystallwinkel durch Nikolaus Steno (1669), endlich die Entdeckung der Spaltbarkeit und der optischen Eigenschaften des Kalkspats durch Erasmus Bartholin (1670); aber alles das sind doch nur vereinzelte, zusammenhangslose Lichtblicke in jener ältern Zeit.

Erst gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts nimmt die Arbeit auf diesem Forschungsgebiet eine bestimmtere Gestaltung an, indem Wallerius (1747) die Kennzeichen kritisch sichtet, Cronstedt (1758) den Begriff Mineral enger faßt und unter Anwendung des Löthrohrs die Aufmerksamkeit mehr als bisher auf die chemische Zusammensetzung lenkt, Bergmann (1782) und Klaproth (1785) die ersten genauern Mineralanalysen ausführen, Romé de l'Isle aber, gestützt auf zahlreiche Messungen mit dem durch Carangeot erfundenen Anlege-Goniometer, nicht nur die Beständigkeit der Krystallwinkel in umfänglicher Weise bestätigt, sondern auch das Gesetz des Flächenparallelismus begründet (1783). Auf diesen Grundlagen fortbauend, konnte endlich Werner (1750—1817) eine streng wissenschaftliche Terminologie einführen, die Geognosie von der Mineralogie abtrennen und der heutigen wissenschaftlichen Mineralogie ihre sichere Basis geben.

Mit der rapiden Entwickelung, welche die exacten Wissenschaften, namentlich Physik und Chemie finden, geht nun auch ein gewaltiger Fortschritt der Mineralogie Hand in Hand.

Hauy (1743—1822) entdeckte die Symmetriegesetze und das Gesetz der Achsenveränderung der Krystalle durch rationale Ableitungscoëfficienten, verband mit der Ableitung der Krystalle eine Theorie über den Aufbau derselben, paßte dieser letztern scharfe Krystallbezeichnungen an und machte so die Krystallographie zu einer fest abgeschlossenen Wissenschaft. Die Construction des Reflexionsgoniometers durch Wollaston (1809) brachte der letztern großen Gewinn, und Weiß, Mohs und Naumann konnten ihr nun ihre heutige Gestalt geben.

In der Krystallphysik wurde die Entdeckung der Polarisation durch Malus (1809) von weittragender Wichtigkeit, denn schon 1813 konnte Brewster die Krystallsysteme mit ihrer Hülfe unterscheiden, und im Anschluß hieran Briot, Haidinger, des Cloizeaux unsere Kenntnisse von der Optik der Krystalle erweitern, während G. Rose und Hankel die elektrischen Eigenschaften derselben ergründeten. Die Mineralchemie erreichte durch Berzelius (1779—1848) eine ungeahnte Höhe und gewann durch Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus (1818) einen neuen Reiz. Zahlreiche Chemiker, Gmelin, H. Rose, Wöhler, Scheerer, Rammelsberg u. a. erweiterten die Kenntnisse von der chemischen Zusammensetzung der Mineralien, Plattner vervollkommnete in hohem Grade die Benutzung des Löthrohrs, während sich Becquerel, Ebelman, Daubrée und Hautefeuille erfolgreich mit der künstlichen Bildung der Mineralien beschäftigten, Breithaupt, Haidinger, Blum und Bischof aber die in der Natur fortwährend vor sich gehenden Umwandlungsprocesse der Mineralien und die durch dieselben gebildeten Pseudomorphosen studirten. Endlich führten neuerdings Sorby und Zirkel die mikroskopische Untersuchung der Mineralien ein und erschlossen mit ihr ein neues, zu schönen Hoffnungen berechtigendes Feld.

Die Systematik spaltete sich, je nachdem sie wesentlich auf die morphologischen und physikalischen Kennzeichen der Mineralien oder auf deren chemische Zusammensetzung Rücksicht nahm, in die sogenannte naturhistorische Methode (Mohs, Haidinger, Breithaupt) und in eine rein chemische Klassifikation (Berzelius, Blum, Kobell, Dana). Indessen, je mehr durch krystallographische, physikalische und chemische Studien die Erkenntniß von dem innigen Zusammenhange zwischen allen den verschiedenen Eigenschaften der Mineralkörper an Boden gewann, um so mehr wurde auch jene Einseitigkeit verlassen und die Klassifikation gleichzeitig auf beide Reihen von Kennzeichen gegründet; allerdings unter vorwiegender Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung (Beudant, Rose, Naumann, des Cloizeaux).

Indem man heute mit dem Wort Mineral jeden homogenen, starren oder tropfbar flüssigen anorganischen Körper bezeichnet, der so, wie er erscheint, ein unmittelbares, ohne Mitwirkung organischer Processe und ohne Zuthun menschlicher Willkür entstandenes Naturproduct ist, so versteht man unter Mineralogie im weitern Sinne des Worts die Wissenschaft von den Mineralien nach allen ihren Eigenschaften und

Relationen, nach ihrem Sein und Werden, nach ihrer Bildung und Umbildung. Mineralogie im engern Sinne (Naturgeschichte der Mineralien) ist dagegen die wissenschaftliche Kenntniß der Mineralien nach ihren gesammten Eigenschaften und nach ihrem gegenwärtigen Sein.

Um zu einer möglichst vollständigen Kenntniß der einzelnen Mineralien zu gelangen, muß man diese nach drei Richtungen hin untersuchen; man muß zunächst die ihnen eigenthümliche Form kennen lernen, sodann sich mit ihren physikalischen Eigenschaften bekannt machen und endlich ihre chemische Zusammensetzung zu ergründen suchen.

Mit Hülfe dieser drei Gruppen von Eigenschaften wird man dann im Stande sein, nicht nur sich ein richtiges Bild von jedem Mineralkörper zu entwerfen, ähnliche, aber doch verschiedene Mineralien voneinander zu unterscheiden, sondern auch, wenigstens in vielen Fällen, ihre etwaige technische Nutzbarkeit zu beurtheilen.

A. Morphologische Eigenschaften der Mineralien.

Die bei weitem größte Mehrzahl der Mineralien besitzt eine ursprüngliche, ringsum abgeschlossene, mehr oder weniger regelmäßige polyedrische Form, welche für die Substanz wesentlich ist und mit welcher verschiedene physische Eigenschaften (Cohärenzverhältnisse, optische und elektrische Eigenschaften, Ausdehnungsvermögen durch Wärme u. a.) in dem genauesten, mathematisch nachweisbaren Zusammenhang stehen. Derartige, von ebenen Flächen, von Kanten und Ecken (den Begrenzungselementen) begrenzte Körper, welche als die Individuen des Mineralreichs aufzufassen sind, nennt man **Krystalle**, die Wissenschaft aber, welche sich speciell mit der Erörterung ihrer Verhältnisse beschäftigt, die **Krystallographie**. Solche Mineralien, denen die Eigenschaft abgeht, im krystallinischen Zustande aufzutreten, bezeichnet man als **amorphe** (gestaltlose).

Diejenige Formenähnlichkeit, welche die Individuen einer und derselben Thier- oder Pflanzenart charakterisirt, geht allerdings jenen Individuen des Mineralreichs ab, denn in der Regel tritt eine und dieselbe Mineralspecies in sehr verschiedenen Krystallgestalten auf, die dem ersten Anschein nach nichts miteinander gemein haben (vgl. die Taf. 2, Fig. 2, 5, 11—20 und 22 abgebildeten Krystalle des Minerals Kalkspat). Sorgfältigere Prüfung ergibt indessen bald, daß diese sich scheinbar fremden Formen für jedes Mineral in dem innigsten stereometrischen Zusammenhang stehen und sämmtlich auf streng mathematischem Wege von einer einzigen Grundgestalt abgeleitet werden können. Außerdem entbehren die Mineralindividuen, gegenüber denen der organischen Welt, gewöhnlich eine ringsum freie und vollkommen regelmäßige Formausbildung, besonders weil die Krystallisation in dem Contacte mit fremden Körpern oder mit andern, in der unmittelbaren Nachbarschaft gleichzeitig sich entwickelnden Individuen ein Hinderniß fand; endlich sind auch die Individuen des Mineralreichs nach ihrer absoluten Größe nicht wie die Organismen an ein bestimmtes Normalmaß gebunden. Bei der theoretischen Betrachtung der Krystallgestalten sieht man von etwaigen zufälligen Störungen in ihrer Ausbildung ab, und hält sich nur an die ideal vollkommenen Formen.

Die Krystallflächen, welche sich in Kanten und Ecken schneiden, sind sehr mannichfaltiger Art; man kennt das gleichseitige Dreieck, das Quadrat, den Rhombus (Raute), ferner unregelmäßige Dreiecke, Vierecke u. s. w. Das rechtwinkelige Dreieck sowie das reguläre Fünfeck fehlen. Die Begrenzungselemente der Krystalle unterscheidet man in gleichwerthige und ungleichwerthige; die erstern sind in allen ihren einzelnen Stücken (die Flächen also z. B. nach Seiten und Winkeln) vollkommen übereinstimmend, und liegen außerdem in gleicher Entfernung vom Krystallmittelpunkte. Linien, welche man sich durch den Mittelpunkt gelegt denkt, und welche zwei gleichwerthige Begrenzungselemente verbinden (gleichwerthige Ecken oder die Mitten einander solcher Ecken und Kanten), nennt man **Achsen**, die einzelnen gleiche Theile einer Krystallgestalt sind in Beziehung zu diesen Achsen symmetrisch geordnet.

Daraus folgt von selbst, daß die Bestimmung der Achsensysteme von größter Wichtigkeit ist, und es ergibt sich bei der Prüfung der bekannten Krystallgestalten, daß denselben verhältnißmäßig nur wenige — im ganzen sechs, dergleichen Systeme zu Grunde liegen, welche sich theils durch relative Größe, theils durch gegenseitige Lage ihrer Achsen unterscheiden. Diesen sechs vorhandenen Achsensystemen entsprechen ebenso viel Krystallsysteme, von denen jedes die sämmtlichen auf dasselbe Achsenkreuz zurückzuführenden Krystallgestalten unter sich begreift.

Die Krystallformen sind theils vollflächige, theils halbflächige; die erstern werden von so viel Flächen begrenzt, als nach dem betreffenden Symmetriegesetze um das Achsenkreuz zu gruppiren möglich ist, die letztern dagegen nur von der Hälfte der möglichen Flächen.

Ferner unterscheidet man einfache Formen und zusammengesetzte; erstere zeigen nur gleichnamige Flächen, letztere aber verschiedene, welche mehreren einfachen Gestalten angehören.

In Bezug auf die letztern, welche man kurz als **Combinationen** bezeichnet, ist als Regel aufzustellen:

1) Daß nur Gestalten eines und desselben Krystallsystems miteinander in Combination treten können, und

2) daß durch die Flächen der untergeordnet auftretenden Gestalten stets **alle gleichnamigen** Begrenzungselemente der vorherrschend ausgebildeten Gestalt in **gleicher** Weise verändert werden.

Diese Veränderungen werden als **Abstumpfungen** und **Zuschärfungen** der Kanten und Ecken (wenn an Stelle dieser eine oder zwei Flächen treten) sowie als **Zuspitzungen** der Ecken (wenn drei oder mehr Flächen sie verändern) sichtbar. Je nach der Zahl der einfachen Gestalten, welche die Combinationen constituiren, unterscheidet man diese in zwei-, drei- etc. oder mehrzählige.

Die einfachen Gestalten muß man noch trennen in **geschlossene** (welche den Raum allseitig umschließen) und **offene** (welche den Raum nicht allseitig umschließen). Letztere können natürlich nur mit andern combinirt auftreten.

Die große Wichtigkeit der Krystallographie für das Studium der Mineralogie liegt zunächst darin, daß die sämmtlichen Krystallgestalten, in welchen eine Mineralspecies vorkommt, in ein und dasselbe Krystallsystem, resp. in dieselbe Unterabtheilung desselben Systems gehören und auf eine und dieselbe Grundgestalt zurückzubeziehen sind, und daß ferner jede Mineralspecies (unter welcher man alle Körper von gleichen krystallographischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften zusammenfaßt) eine eigenthümliche, von der anderer Species verschiedene Grundform besitzt.

Allerdings gibt es davon auch Ausnahmen, indem einmal Mineralien trotz gleicher chemischer Zusammensetzung doch verschiedene Krystallformen zeigen, und

andererseits Mineralien verschiedener Zu-
g dieselbe Grundform besitzen. Indeß
ch nur Ausnahmen, und sie lassen sich,
ern polymorphen Mineralien betrifft,
rschiedene Entstehungsweise derselben er-
nd die andern, isomorphen Substanzen,
n auch verschiedene, so doch ganz analoge
zung besitzen.
nverhältnisse der sechs Krystallsysteme sind

esserale System besitzt drei unter sich
gleichwerthige) Achsen, welche sich unter
eln schneiden.
tetragonale System besitzt drei sich
schneidende Achsen, von denen nur zwei
eich sind.
rhombische System besitzt drei Achsen
her Länge, die sich unter rechten Win-
n.
monokliniſche System besitzt drei
ungleicher Länge, von denen zwei sich
schiefen Winkel schneiden, während die
eiden senkrecht steht.
trikliniſche System hat drei Achsen
her Länge, welche sich alle unter schie-
schneiden.
hexagonale System hat vier Achsen
drei unter sich gleiche in einer Ebene lie-
h unter Winkeln von 60° schneiden, wäh-
rte auf ihnen senkrecht steht.

1. Das tesserale System.

(Tafel 1, Figur 1—36.)

drei Achsen, welche die Symmetrie dieses
herrschen, völlig gleichwerthig sind, so ist
ine als Hauptachse anzusehen und es ist
gültig, welche Achse man bei der Betrach-
arstellung der Krystallfiguren aufrecht stellt.
Achsenkreuz (Fig. 1) können in verschie-
Flächen gruppirt werden, man kann z. B.
en, von denen jede alle drei Achsen in
einfachen) Entfernung vom Mittelpunkte
ig. 2), oder solche, welche nur eine Achse
, die beiden andern aber in unendlicher
schneiden, oder ihnen parallel gehen (Fig. 3),
welche eine in einfacher, die beiden andern
rfacher, z. B. zweifacher Entfernung schnei-
7), u. s. w. Derartige Fälle sind über-
en möglich, und es existiren infolge dessen
einfache, vollflächige Gestalten. Diese Ge-
:

Octaëder (Achtflächner), Fig. 5.
Hexaëder (Sechsflächner), Fig. 6.
Rhombendodekaëder (Rhombenzwölf-
ig. 7.
Tetrakishexaëder (Viermalsechsflächner
erkantiger Vierundzwanzigflächner), Fig. 8.
Trialisoctaëder (Dreimalachtflächner
erkantiger Vierundzwanzigflächner), Fig. 9.
Ikositetraëder (Vierundzwanzigflächner),

Hexakisoctaëder (Sechsmalacht- oder
zigflächner), Fig. 11.
ie Anordnung der Fig. 5—11 ist zugleich
rwandtschaft der drei Vierundzwanzigflächner
r, Hexaëder und Rhombendodekaëder, sowie
mtlichen Gestalten zum Hexakisoctaëder hin-

en drei Gestalten sind einzig in ihrer Art:
es gibt nur ein Octaëder, Hexaëder oder Rhomben-
dodekaëder, während die übrigen Gestalten in mehr-
fachen Abänderungen vorkommen können und auch
wirklich vorkommen. Es ist z. B. ganz klar, daß man,
ohne das Symmetriegesetz irgendwie zu alteriren, in
Fig. 4 die Flächen hätte so legen können, daß sie zwei
Achsen nicht in zweifacher, sondern in anderthalbfacher
oder dreifacher Entfernung vom Mittelpunkte schnitten,
es würde immer dieselbe Gestalt, nur mit andern
Winkelabmessungen resultirt sein.

Diese sieben Gestalten treten in der Natur theils
allein, theils in Combinationen untereinander auf.
Für die Deutung der Combinationen ist es von größ-
ter Wichtigkeit, die gegenseitige Stellung der combi-
nirenden einfachen Formen klar im Auge zu haben.
So folgt aus Fig. 12, welche die gegenseitige Stel-
lung von Hexaëder und Octaëder veranschaulicht, daß
das Octaëder am vorwaltenden Hexaëder eine Ab-
stumpfung von dessen acht Ecken (Fig. 13), und ebenso
umgekehrt das Hexaëder am vorwaltenden Octaëder
eine Abstumpfung von dessen sechs Ecken hervorbringen
muß (Fig. 15).

Das Kubooctaëder (Fig. 14) ist diejenige Combi-
nation von Hexaëder und Octaëder, in welcher diese
beiden Formen im Gleichgewicht ausgebildet sind, die
Kanten der ursprünglichen Formen sind verschwunden,
es existiren nur Combinationskanten.

Die Stellung von Hexaeder und Rhombendodekaëder,
welche in Fig. 16 angedeutet ist, läßt erkennen, daß
das letztere die Kanten sowol des Hexaëders (Fig. 17)
als des Octaëders (Fig. 18) abstumpfen muß.

Wie sehr der Habitus einer Combination durch die
vorwaltend ausgebildete Krystallform bedingt wird,
ersieht man aus Fig. 19—21, welche alle drei dieselbe
Combination von Hexaëder, Octaëder und Rhomben-
dodekaëder darstellen, aber so, daß jedesmal eine andere
Gestalt vorwaltet.

Einige andere, besonders häufige Combinationen sind
in Fig. 22 (Hexaëder und Tetrakishexaëder) und in
Fig. 23 (Rhombendodekaëder und Ikositetraëder) ab-
gebildet.

Schon oben wurde auf das Auftreten halbflächiger
Gestalten hingewiesen. Aus den eben angeführten
holoëdrischen Formen können, mit Ausnahme des
Hexaëders und Rhombendodekaëders, welche der He-
miëdrie nicht fähig sind, halbflächige Gestalten abge-
leitet werden, und zwar entstehen durch Verschwinden
der abwechselnden Flächen und Ausdehnen der übrigen
bis zur Raumumgrenzung aus dem Octaëder das
Tetraëder (Fig. 24, 25) und aus dem Tetrakis-
hexaëder das Pentagondodekaëder (Fig. 29);
ferner durch Verschwinden abwechselnder dreiflächiger
(einer Octaëderfläche entsprechender) Flächensysteme
aus dem Ikositetraëder das Trigondodekaëder
(Fig. 26), aus dem Triakisoctaëder das Deltoid-
dodekaëder (Fig. 27); durch Verschwinden abwech-
selnder sechsflächiger Flächensysteme aus dem Hexakis-
octaëder das Hexakistetraëder (Fig. 28) und
endlich durch Verschwinden von je zwei unter spitzerm
Winkel zueinander geneigten Flächen aus derselben
vollflächigen Gestalt das Diakisdodekaëder (Fig.
30). Es ist von selbst klar, daß aus einer voll-
flächigen Gestalt jedesmal zwei Halbflächner entstehen
können, die unter sich vollkommen gleich, nur durch
ihre um 90 Grad verwendete Stellung unterschieden
sind (Fig. 24, 25). Diese verschiedene Stellung he-
miëdrischer Gestalten kann natürlich nur in Combina-
tionen zur Geltung kommen.

Combinationen hemiëdrischer Formen theils unter
sich, theils mit holoëdrischen, sind in Fig. 31—36 ab-

gebildet; 31 Tetraëder mit Hexaëder, 32 Trigondodekaëder mit Tetraëder, 33 Octaëder mit Pentagondodekaëder, 34 Pentagondodekaëder mit Hexaëder und Octaëder, 35 Rhombendodekaëder mit Trigondodekaëder, 36 Trigondodekaëder mit Hexaëder, Rhombendodekaëder, Tetraëder, Deltoiddodekaëder, Hexakistetraëder und Trigondodekaëder der andern Richtung. Die letzte, siebenzählige Combination gibt zugleich einen Begriff von dem außerordentlichen Flächenreichthum, wie er durch das Zusammentreten vieler einzelner Gestalten resultiren kann und in der That nicht selten an natürlichen Krystallen beobachtet wird.

2. Das tetragonale System.

(Tafel 1, Figur 47—55.)

Das Achsenkreuz (Fig. 47) wird von drei rechtwinkelig sich schneidenden Achsen gebildet, von denen die eine ungleiche, welche bei der Betrachtung und Zeichnung der Krystallformen stets senkrecht zu stellen ist, als Hauptachse bezeichnet wird, während man die beiden unter sich gleichen Nebenachsen nennt.

Legt man durch die Endpunkte dieses Achsensystems Flächen, so erhält man tetragonale Pyramiden (Fig. 48 und 49), die im allgemeinen dem Octaëder ähnlich sind, sich aber von demselben dadurch unterscheiden, daß sie nicht mehr acht gleichseitige, sondern nur noch gleichschenkelige Dreiecke zu Begrenzungselementen haben, weil eben jetzt die Länge der Hauptachse (Fig. 47a) von der Nebenachse (Fig. 47b) differirt. Ist a kleiner als b, so entstehen flache Pyramiden (Fig. 48), ist dagegen a größer als b, so nennt man die Pyramiden spitze (Fig. 49). Es ist einleuchtend, daß es sehr verschiedene flache und spitze Pyramiden geben kann, aber es muß hervorgehoben werden, daß man für jedes einzelne tetragonale Mineral eine ganz bestimmte Pyramide als Grund- oder Stammpyramide anzunehmen hat und daß dann alle andern, an diesem Minerale zu beobachtenden Pyramiden mit jener so zusammenhängen, daß — bei gleichbleibenden Nebenachsen — die Hauptachsen der flachern Pyramiden z. B. $1^1/_2$, 2 oder 3 mal so kurz, die Hauptachsen der spitzern Pyramiden dagegen $1^1/_2$, 2 oder 3 mal so lang sind, als die Hauptachse der Stammpyramide. Das heißt mit andern Worten: die Veränderungen der Hauptachse gehen bei einem und demselben Mineral jederzeit nur nach rationalen Zahlenverhältnissen vor sich.

Setzt man die Verlängerung der Hauptachse immer weiter fort, so werden die Pyramidenflächen immer steiler geneigt, bis sie endlich, bei unendlicher Länge jener, eine verticale Stellung einnehmen und nun eine oben und unten offene, von vier der Hauptachse parallelen Flächen begrenzte Gestalt entstehen lassen: das tetragonale Prisma. Andererseits resultiren aus der fortschreitenden Verkürzung der Hauptachse immer flachere und flachere Pyramiden und endlich, wenn jene gleich Null geworden ist, zwei horizontale Flächen, die man basisches Flächenpaar oder kurzweg die Basis nennt. (Fig. 51 und 52 zeigen Combinationen von Prisma und Basis.)

Es ist bisjetzt noch keine Rücksicht darauf genommen worden, daß, wie z. B. Fig. 48 und 49 zeigen, die Endpunkte der tetragonalen Achsen entweder mit den Endpunkten der dreiseitigen Pyramidenflächen, oder mit den Mittelpunkten von den ungleichen Kanten derselben zusammenfallen können. Man unterscheidet hiernach Pyramiden der ersten Art (Protopyramiden), bei welchen eine Mittelecke nach vorn liegt (Fig. 48) und Pyramiden der zweiten Art (Deuteropyramiden), bei denen eine Mittelkante dem Beschauer zugekehrt ist (Fig. 49). In ganz analoger Weise hat man Protoprismen (Fig. 52) von Deuteroprismen (Fig. 51) zu trennen. Diese eben angegebene Differenz bewirkt zwar keinen Unterschied in den Gestalten selbst, wohl aber einen Unterschied in der Richtung oder Stellung, in welcher man jene zu betrachten hat, und sie gelangt daher nur bei Combinationen zu deutlichem Ausdruck; so z. B. wenn eine Protopyramide mit einem Prisma derselben (Fig. 53) oder der andern Richtung (Fig. 54) combinirt ist.

Als untergeordnet auftretende Formen sind noch ditetragonale Pyramiden (Fig. 50) und ditetragonale Prismen anzuführen, Gestalten, deren horizontaler Hauptschnitt ein symmetrisches (nicht reguläres) Achteck ergibt.

Die Combinationen dieses Systems zeigen theils tafelartigen, theils pyramidalen, theils prismatischen (säulenförmigen) Habitus, je nach dem vorwaltenden Auftreten von Basis (Fig. 52), Pyramide (Fig. 53 und 54) oder Prisma (Fig. 55). Im allgemeinen sind diese Combinationen sehr einfach und leicht zu entwickeln.

Hemiëdrische Formen sind allerdings bekannt, doch treten sehr sie untergeordnet und selten auf; nur die Hälftgestalt der Pyramide, das sogenannte Sphenoid (Keilflächner) könnte erwähnt werden, das in seinen Aeußern bis auf die verschiedenen Winkelabmessungen ganz mit dem tesseralen Tetraëder übereinstimmt.

3. Das hexagonale System.

(Tafel 2, Figur 1—19.)

Dasselbe hat vier Achsen, von welchen drei unter sich gleich sind, in einer horizontalen Ebene liegen und sich hier unter Winkeln von je 60 Grad schneiden (Nebenachsen Fig. 1b), während die vierte oder Hauptachse (Fig. 1a) auf jener Ebene senkrecht steht. Die hexaëdrischen Gestalten dieses Systems zeigen rücksichtlich ihrer Ausbildung und Ableitung die größte Uebereinstimmung mit dem tetragonalen. Die Pyramiden sind jetzt zwar zwölfflächig, aber übrigens wieder flach (Fig. 3) oder spitz (Fig. 4), und außerdem können sie wiederum in zwei verschiedenen Stellungen vorkommen, die jetzt um 30 Grad differiren (Proto- und Deuteropyramiden). Basis und Prisma (Fig. 2 und 5) sind ebenso häufig wie im tetragonalen System, und der Charakter der Combinationen ist wieder, je nach dem Dominiren der einen oder andern Gestalt, tafelförmig (Fig. 9), pyramidal (Fig. 7 und 8) oder säulenförmig (Fig. 6 und 10).

Dihexagonale Pyramiden und Prismen gehören zu den Seltenheiten.

Von ungleich größerer Wichtigkeit als im tetragonalen System sind hier die hemiëdrischen Gestalten, sowol was den Reichthum ihrer Formenentwickelung, als auch die Häufigkeit ihres Vorkommens in der Natur betrifft.

Die wichtigste hemiëdrische Gestalt ist das Rhomboëder, welches durch Verschwinden resp. Größerwerden abwechselnder Flächen der Pyramide entsteht. Entsprechend den Achsenverhältnissen dieser Grundgestalt kann es natürlich auch verschiedene, steilere und stumpfere Rhomboëder (Fig. 11 und 12) geben, und ebenso wird man auch Rhomboëder der zweiten, um 30 Grad gedrehten Richtung haben (Fig. 13). Am meisten charakteristisch für das Rhomboëder sind die zickzackförmig auf- und absteigenden Mittelkanten.

Prismen (erster und zweiter Richtung) entstehen aus dem Rhomboëder durch Verlängerung der Hauptachse bis ins Unendliche, wie aus den hexagonalen Pyra-

erdem aber kann man aus den Rhombo-
ne ganz besondere Art von Krystallgestalten,
oëder ableiten, indem man durch die
des Stammrhomboëders und die End-
erlängerten Hauptachse sich Flächen gelegt
14); es entstehen dadurch von zwölf un-
Dreiecken begrenzte, den Hexagonalpyra-
rmaßen ähnliche Gestalten, welche sich aber
einmal durch die zickzackförmig auf- und
Mittelkanten, sodann aber auch dadurch
, daß die Flächen in den Scheitelkanten
felnd stumpfern und spitzern Winkeln zu-
eigt sind.
ie Zahl der Rhomboëder erster und zwei-
eine unbegrenzte ist, und ferner jedes
als Stammform zur Ableitung einer
e von Skalenoëdern dienen kann, so ist
Mannichfaltigkeit, welche die hemiëdrische
es hexagonalen Systems in ihren Formen
leicht begreiflich.
15—19 bringen einige nicht sehr com-
binationen zur Anschauung, so Fig. 15
mboëder und Prisma verschiedener Rich-
7 Rhomboëder und Prisma derselben Rich-
6 zwei Rhomboëder verschiedener Richtung;
alenoëder und zugehöriges Stammrhom-
t Combinationskanten den Randkanten des
lel laufen.
en trigonale Prismen als Hälftgestalten
auf.

4. Das rhombische System.

(Tafel 2, Figur 23—36.)

eiche Achsen schneiden sich unter rechten
z. 23), keine von ihnen ist an und für
iptachse gekennzeichnet; die Entscheidung,
en dreien als solche anzusehen und folg-
zu stellen sei, bleibt der Wahl im spe-
überlassen. Ist diese Entscheidung aber
bezeichnet man dann die längere horizon-
als Makrodiagonale, die kürzere c
diagonale.
Betrachtung geht man von der rhom-
amide aus (Fig. 24 und 25). Aus dieser
Veränderung der Hauptachse (bei gleich-
akro- und Brachydiagonale), der Makro-
ei gleichbleibender Hauptachse und Brachy-
nd endlich der Brachydiagonale (bei
er Hauptachse und Makrodiagonale) drei
Gestalten, und zwar zunächst von Pyra-
rgehen, welche man als der Hauptreihe,
und brachydiagonalen Nebenreihe ange-
net. Als Grenzgestalten dieser Reihen
einerseits bei unendlicher Verlängerung
en Achsen drei Prismen, von denen
treihe gehörige und vertical stehende als
s Prisma (Fig. 26) bezeichnet wird,
beiden andern horizontal liegenden Do-
t, und in Makrodoma (Fig. 28) und
a (Fig. 27) unterschieden werden; an-
r gelangt man bei unendlicher Verkürzung
u drei Flächenpaaren oder Pina-
che je nach ihrer Entstehung und Lage als
makrodiagonales resp. brachydiago-
henpaar oder Pinakoid zu bezeichnen
9 c, a, b).
ferner jede brachy- oder makrodiagonale
ieder gewissermaßen als Stammform be-
n kann, welche die Elemente zur Bildung einer neuen Reihe von Gestalten in sich enthält, als deren nähere Grenzformen brachy- oder makrodiagonale Prismen, steilere und flachere Domen auftreten, als deren fernere Grenzgestalten aber stets wieder die drei Flächenpaare resultiren, so ist hieraus die große Fülle der möglichen rhombischen Krystallformen ersichtlich, die große Complication und Mannichfaltigkeit der Combinationen dieses Systems leicht erklärlich. Der Habitus der rhombischen Krystalle kann ebenfalls pyramidal, säulenförmig oder tafelartig sein, welche letztere Erscheinung jetzt aber sowol durch das Vorwalten des basischen, als der verticalen Flächenpaare bedingt sein kann.

Einige der einfachern Combinationen sind Fig. 30—36 abgebildet.

Fig. 30 Prisma und Pyramide, Fig 31 dieselben mit makrodiagonalem Flächenpaar, Fig. 32 Pyramide mit Brachydoma, Fig. 33 Pyramide mit Makrodoma, Fig. 34 Pyramide mit Brachypinakoid, Fig. 35 Brachydoma, Makrodoma und Basis, endlich Fig. 36 Brachypinakoid, drei Brachydomen, Pyramide, Prisma, brachydiagonales Prisma, Makropinakoid und Makrodoma.

5. Das monokliniſche System.

(Tafel 2, Figur 41—51.)

Drei Achsen von ungleicher Länge; zwei davon schneiden sich unter schiefen Winkeln, die dritte steht senkrecht auf beiden. Eine der beiden erstern, gleichgültig welche, wird zur Hauptachse gewählt (Fig. 41 a), die andere c als Klinodiagonale, die dritte, b, welche mit den beiden andern rechte Winkel bildet, als Orthodiagonale bezeichnet. Bei der Abbildung der Krystalle denkt man dieselben stets so gestellt, daß oben der stumpfe Winkel, welchen a und c zusammen bilden, dem Beschauer zugekehrt ist.

Die einfachen Gestalten dieses Systems zeigen große Verwandtschaft mit denen des rhombischen, hier wie dort kennen wir Pyramiden, Prismen, Domen und Flächenpaare, und das was dort über die Eintheilung der Formen in solche der Haupt- und Nebenreihen gesagt wurde, findet auch hier Anwendung und Geltung; indessen erlangen doch, infolge der Neigung der Klinodiagonale, einige von diesen eine besondere Ausbildung und das ganze System einen eigenthümlichen Charakter. Es müssen nämlich aus dem eben angeführten Grunde alle Gestalten, welche Klinodiagonale und Hauptachse gleichzeitig schneiden, also die Pyramiden und Orthodomen, in zwei voneinander ganz unabhängige Hälftgestalten zerfallen; die erstern sind mit je vier Flächen, als Hemipyramiden, die letztern, mit nur je zwei parallelen Flächen, als Hemidomen ausgebildet. Je nachdem diese dem spitzen oder dem stumpfen Winkel, welchen Hauptachse und Klinodiagonale miteinander bilden, gegenüberliegen, benennt man sie als positive oder negative Hemipyramiden resp. Hemidomen. Ferner geht aus der Achsenlage schon hervor, daß jene Gestalten, welche der Klinodiagonale parallel laufen, also Basis und Klinodomen, geneigt liegen müssen. Wie man aus dem Obigen ersieht, fehlen in diesem Systeme raumumschließende Gestalten vollständig, die einfachen Formen, sämmtlich Theilgestalten, können nie selbständig und allein, sondern nur in Combinationen mit andern vorkommen. Derartige monokline Combinationen sind in Fig. 42—51 abgebildet. Fig. 42 stellt die Combination der beiden Hemipyramiden dar, Fig. 43 Prisma, Basis, Orthopinakoid und Klinodoma, Fig. 44 Prisma, Ortho- und Klinapinakoid und negative (vordere) Hemipyramide, Fig. 45 die drei Pinakoide,

positives Hemidoma und negative Hemipyramide, Fig. 46 Basis, klinodiagonales Flächenpaar, Klinodoma und positives Hemidoma, Fig. 47 Prisma, klinodiagonales Prisma, Orthopinakoid, negative und positive Hemipyramide, zwei positive und ein negatives Hemidoma, Fig. 48 Prisma, orthodiagonales Prisma, Orthopinakoid, Klinopinakoid, Basis und Hemipyramide, Fig. 49 Klinopinakoid, Prisma, Klinodoma, Fig. 51 Klinopinakoid, Prisma, Basis und positives Hemidoma.

6. Das trikliniſche Syſtem.

(Tafel 2, Figur 55—58.)

Drei Achſen von ungleicher Länge ſchneiden ſich unter ſchiefen Winkeln (Fig. 55).

Dieſes Syſtem, welches in der Natur nur ſelten zu beobachten iſt, iſt das am wenigſten regelmäßige, und beſitzt den geringſten Grad von Symmetrie. Sämmtliche Geſtalten zerfallen hier in Flächenpaare, ſo die Pyramiden in vier Viertel- oder Tetartopyramiden (Fig. 56), die Prismen in zwei aſymmetriſche Prismenhälften. Die Deutung der Combinationen, von denen in Fig. 57 und 58 einige abgebildet ſind, iſt vollſtändig der Willkür überlaſſen.

Eine eigenthümliche Erſcheinung bei der kryſtallographiſchen Ausbildung mancher Mineralien iſt als Hemimorphismus (nicht zu verwechſeln mit Hemiëdrie) bekannt. Es zeigen nämlich Kryſtalle, wenn ſie frei ausgebildet, oder ſeitlich aufgewachſen ſind, mitunter an den beiden Polen, alſo an den Enden der Hauptachſe, Flächen nicht derſelben, ſondern verſchiedener Geſtalten. Der Hemimorphismus rhombiſcher Kryſtalle iſt in Fig. 39 und 40 zur Anſchauung gebracht. Der Kryſtall Fig. 39 z. B. iſt am obern Pol durch Baſis und Makrodoma, am untern dagegen durch die Pyramide begrenzt, in Fig. 40 ſind am obern Pol zwei Makrodomen, zwei Brachydomen und die Baſis, am untern dagegen die Pyramide entwickelt. Derartige unerklärbare Anomalien finden ſich, wiewol ſelten, auch an Kryſtallen hexagonaler Mineralien.

Recht häufig kommt es vor, daß die Kryſtallindividuen nicht einzeln ausgebildet ſind, ſondern daß mehrere Individuen nach einem ganz beſtimmten Geſetz verwachſen auftreten. Derartige regelmäßige Verwachſungen zweier oder mehrerer Kryſtalle nennt man Zwillinge (Drillinge, Viellinge).

Es iſt hierbei zunächſt die gegenſeitige Stellung der Individuen, ſodann aber die Art und Weiſe ihrer Verwachſung zu beachten.

In erſterer Beziehung hat man Zwillinge mit parallelen Achſenſyſtemen (die aber nur bei hemiëdriſchen Formen auftreten können) von ſolchen mit nicht parallelen Achſenſyſtemen zu unterſcheiden, in letzterer dagegen ſind die aneinandergewachſenen Zwillinge von den durcheinandergewachſenen oder Durchkreuzungszwillingen zu trennen. Für die Kenntniß des Zwillingsgeſetzes, d. h. des Geſetzes, nach welchem die Verwachſung von ſtatten gegangen iſt, iſt die Beſtimmung der Zuſammenſetzungsfläche oder auch der Drehungsachſe, welche auf erſterer oft ſenkrecht ſteht, ſowie die des Drehungswinkels nothwendig.

Die aneinandergewachſenen Zwillinge erſcheinen häufig in einer Richtung bedeutend verkürzt, ſodaß man ſie als die zwei Hälften eines Individuums betrachten kann, welche um einen gewiſſen Winkel umeinander gedreht ſind. Ein charakteriſtiſches Kennzeichen der allermeiſten Zwillinge ſind die einſpringenden Winkel, welche die beiden verwachſenen Individuen bilden. Indem ſich daſſelbe Verwachſungsgeſetz mehrfach repetirt, entſtehen Drillinge, Vierlinge, überhaupt Viellinge. Derartige Viellinge ſind häufig aus papierdünnen Individuen zuſammengeſetzt, das Ganze erſcheint dann als ein einfacher Kryſtall und die Verwachſung iſt nur durch eine feine Streifung auf gewiſſen Flächen nachzuweiſen.

Einige Zwillinge des teſſeralen Syſtems ſind in Taf. 1, Fig. 43—45 abgebildet (Fig. 43 Octaëderzwilling; Zuſammenſetzungsfläche eine Octaëderfläche, Drehungsachſe ſenkrecht auf ihr, Drehungswinkel 90 Grad; Fig. 44 Tetraëderzwilling; Fig. 45 Pentagondodekaëderzwilling; beides ſolche mit parallelen Achſenſyſtemen, wobei zu beachten, daß der von beiden Individuen gleichzeitig erfüllte Raum die betreffende reguläre Geſtalt ergibt). Taf. 1, Fig. 56 Zwilling des hexagonalen Syſtems. Hexagonale Zwillinge ſind in Taf. 2, Fig. 20—22 dargeſtellt, rhombiſche in Fig. 37 und 38 (von denen Fig. 38 als ein ausgezeichnetes Beiſpiel von Durchkreuzungszwillingen hervorzuheben iſt). Zwillinge des monokliniſchen Syſtems finden ſich in Fig. 50 und 52 neben den betreffenden einfachen Kryſtallen Fig. 49 und 51, ein trikliner Zwilling endlich in Fig. 59 abgebildet. Ein dem rhombiſchen Syſtem angehöriger Durchkreuzungsdrilling iſt in Fig. 54 mit dem einfachen Kryſtall Fig. 53 dargeſtellt (auf der Tafel irrthümlich als dem monoklinen Syſtem zugehörig bezeichnet).

Viellingskryſtalle, an ihrer Zwillingsſtreifung kenntlich, entſtehen beſonders durch vielfache Repetition der auf Taf. 2, Fig. 37 und 59 dargeſtellten Zwillingsgeſetze.

Unvollkommenheiten der Kryſtallbildung.

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde, dem theoretiſchem Charakter gemäß, nur von den Kryſtallen in ihrer ideal vollkommenſten Ausbildung geſprochen. Es wurde angenommen, daß dieſelben ringsum wohlgebildete, von glatten und ebenen Flächen, ſowie geraden Kanten begrenzte, kurz, nach mathematiſchen Geſetzen ausgebildete Körper ſeien. Daß aber in Wirklichkeit dieſes Ideal der Vollkommenheit nur äußerſt ſelten erreicht, daß die Natur bei ihrer ſchaffenden Thätigkeit den mathematiſchen Geſetzen nicht wohl gefügt, ſie aber durchaus nicht immer zum klar erkennbaren Ausdruck gebracht hat, darauf wurde ſchon oben hingewieſen.

So findet man häufig, und zwar beſonders an Kryſtalle des teſſeralen Syſtems, in der Richtung einer Fläche oder Achſe abnorm ausgedehnt; gleichnamige Flächen und Kanten erlangen dadurch ungleiche Größe, an die Stelle von Ecken treten Kanten, kurz, der Kryſtall verliert, ſcheinbar wenigſtens, ſeine Regelmäßigkeit und erlangt einen völlig monſtröſen Charakter. Solche monſtröſe Kryſtalle (Octaëder) ſind auf Taf. 1, Fig. 37 und 38 abgebildet. Dieſe von unregelmäßigen vier- und ſechsſeitigen Flächen begrenzten Geſtalten haben allerdings mit einem normalen Octaëder, wie es in Fig. 5 dargeſtellt iſt, ſehr wenig Aehnlichkeit; daß ſie aber trotzdem mit dieſem identiſch ſind, kann man aus den übereinſtimmenden Neigungswinkeln der Flächen erkennen, wie denn überhaupt der Grundſatz, ſich bei der Beſtimmung von Kryſtallen weniger durch die Geſtalt als durch die Lage und Neigung der Flächen leiten zu laſſen, ſtets im Auge behalten werden muß.

von eigenthümlicher Beschaffenheit der
en geben Fig. 39—41. Die Flächen des
Fig. 39) erscheinen gestreift (und zwar pa-
hsen des Krystalls), die des Hexaëders (Fig. 40)
gelmäßig eingefallen. Fig. 40 zeigt
ll, welcher trotz seiner octaëdrischen Gesammt-
als ein Bauwerk aus Hexaëdern zu betrach-
ie Bildung solcher Formen kann man mit-
alzfiedereien beobachten. Selten erscheinen
t gerundeten Flächen und Kanten, wie das
dekaëder Fig. 41.
r häufig vorkommende Unregelmäßigkeit
n, daß an Combinationen nicht alle Flächen
geordnet auftretenden Gestalt zur Ausbil-
gt sind, sodaß also z. B. bei einer Com-
n Hexaëder und Octaëder (Fig. 13) nicht
des Hexaëders abgestumpft, einige vielmehr
ausgebildet erscheinen. Man muß sich
Erscheinung, welche aller Gesetzmäßigkeit
it dem Auftreten hemiëdrischer Gestalten zu

häufigsten hervortretende Unvollkommenheit
gelmäßigkeit der Krystalle resultirt daraus,
n bei ihrer Bildung entweder nicht isolirt
r daß der nöthige Raum zu ihrer vollstän-
ildung mangelte. Das erstere ist bei allen
nen Krystallen der Fall, die deshalb meist
nem Pole ausgebildet erscheinen (Taf. 3,
is letztere sehr häufig bei Krystallgruppen
g. 42). Da ferner in der Regel an einem
Einzelindividuen desselben Minerals zu
r Ausbildung gekommen sind, die sich
in ihrer Entwickelung störten, so hat man
ter mit Krystallaggregaten als mit
- oder aufgewachsenen Krystallen zu thun.
roßer Zahl und infolge dessen großer Klein-
ndividuen gehen die Krystallaggregate in
ische Aggregate über, von denen später
ein soll.

Krystallmessung.

chon mehrfach darauf hingewiesen worden,
r großen Wichtigkeit die Bestimmung der
rhältnisse der Krystalle ist.
trumente, welche zur Messung der Kanten-
igungswinkel zweier Krystallflächen) dienen,
Goniometer, und man unterscheidet sie,
sie die Erreichung dieses Zwecks auf
er indirectem Wege anstreben, in Contact-
egoniometer und in Reflexionsgonio-

tere, einem gewöhnlichen Transporteur sehr
auf Taf. 1, Fig. 58 abgebildet. Seine An-
bei welcher der Krystall mit der zu messen-
senkrecht zwischen die beiden Schenkel, von
drehbar, eingehalten wird, ist sehr einfach
m, jedoch setzt sie Krystalle von einer ge-
ße voraus, auch ist die damit zu erzielende
t nicht groß genug, um für strengere wissen-
Zwecke hinreichen zu können. Für solche
ient man sich des von Wollaston erfundenen
oniometers (Taf. 1, Fig. 57), welches
glatte und glänzende Krystallflächen ver-
ür aber auch die Neigung solcher Flächen
gestattet, welche nicht unmittelbar zum
tt kommen. Das Instrument besteht aus
icalen, am äußern Umfang in Grade ge-
reisscheibe, deren Theilung durch einen fest-
Nonius bis auf Minuten fortzusetzen ist,
und in deren Achse der zu messende Krystall so be-
festigt werden kann, daß die beiden Flächen, deren
Neigung man kennen lernen will, derselben parallel
liegen. Man beobachtet nun das Spiegelbild eines
entfernten Gegenstandes zuerst auf der einen Krystall-
fläche, dreht darauf den Kreis um seine Achse so lange,
bis man das Bild desselben Gegenstandes in der
zweiten Fläche erblickt (wobei der reflectirte Lichtstrahl
stets dieselbe Lage behaupten muß) und erlangt so in
dem Drehungswinkel das Supplement des gesuchten
Kantenwinkels.

Anmerkung. Aus den so gemessenen Winkeln
kann man die Parameter jeder Fläche (d. h. die
Stücke, welche durch sie auf den Achsen, vom Mittel-
punkte aus gerechnet, abgeschnitten werden) ableiten,
und sich ferner mit Hülfe dieser linearen Werthe per-
spectivische oder körperliche Nachbildungen (Modelle)
von Krystallgestalten verschaffen. Zur Anfertigung
von Modellen in Pappe oder Cartonpapier bedient
man sich der sogenannten Krystallnetze (Taf. 1,
Fig. 46, Netz eines Octaëders), welche die sämmt-
lichen Flächen einer Krystallgestalt in natürlicher
Größe und ihrer natürlichen Reihenfolge nach neben-
einandergelegt enthalten.

Mineralaggregate.

Die Zusammenhäufungen vieler Einzelindividuen
desselben Minerals werden als Aggregate bezeichnet,
und je nach ihrer Ausbildung in krystallisirte und
krystallinische (resp. dichte) unterschieden.

Zu den erstern gehören außer den frei ausgebil-
deten oder aufgewachsenen Krystallgruppen, von denen
schon oben die Rede war, auch die Krystalldrusen
welche entstehen, wenn auf einer Fläche sich so viel
Individuen gleichzeitig entwickeln, daß sie diese voll-
ständig bedecken, und nur mit ihren obern Enden zur
Ausbildung gelangen. Sehr häufig bilden sich solche
Drusen in ringsumschlossenen Hohlräumen innerhalb
anderer Gesteine aus (Taf. 3, Fig. 6). Baumför-
mige Krystallaggregate entstehen, wenn sich an eine
verticale Krystallreihe nach verschiedenen Richtungen
hin andere Krystalle ansetzen, ohne sich wieder zu ver-
einigen (Taf. 3, Fig. 7). Schuppige Aggregate
endlich resultiren, wenn sich viele Individuen von
tafelförmiger Ausbildung parallel nebeneinanderlegen
(Taf. 3, Fig. 8), gestrickte dagegen, wenn parallele
Reihen gewöhnlich sehr kleiner Krystalle von andern
ebenfalls parallelen Reihen geschnitten werden (Taf. 3,
Fig. 10).

Die krystallinischen Aggregate bezeichnet man
als körnige, schuppige, faserige oder schalige;
letztere lassen mitunter eine gewisse Regelmäßigkeit in der
Anordnung der kleinen Fasern oder dünnen Schalen
erkennen, so die radialfaserigen (Taf. 3, Fig. 13b
und 16b) und concentrisch-schaligen (Taf. 3,
Fig. 12b) Aggregate.

Manche dieser krystallinischen Aggregate zeigen ganz
besondere äußere Formen, die, wenn sie auch als zu-
fällig zu betrachten und von der krystallographischen
Natur der Mineralien ganz unabhängig sind, doch für
gewisse von ihnen sehr charakteristische Kennzeichen
abgeben. Dahin gehören die zähnigen Gestalten
mancher geschmeidigen Mineralien (Taf. 3, Fig. 11),
die kugelförmige Structur der Erbsensteine (Taf. 3,
Fig. 12) und Oolithe (erstere aus concentrisch-scha-
ligen, letztere aus radialfaserigen Kugeln zusammen-
gesetzt), die nierenförmigen oder traubigen Ge-
stalten mancher Mineralien (besonders der Glasköpfe,
Taf. 3, Fig. 13). Auch die korallenförmigen

(Fig. 15) und stalaktitischen Bildungen (Fig. 16 a, b) gehören hierher. Unter Septarien (Fig. 14) versteht man kugelförmige Massen, welche infolge der Austrocknung in ihrem Innern eine unregelmäßig stengelige Absonderung zeigen, unter Dendriten endlich baum- und moosförmige, äußerst dünne Anflüge einer Mineralsubstanz zwischen feinen Spalten (Taf. 3, Fig. 17). Die Zahl dieser zufälligen Gestaltungen ließe sich mit Leichtigkeit noch sehr weit vermehren.

Pseudomorphosen.

Die Mineralsubstanzen treten mitunter in Krystallformen auf, welche ihnen selbst eigentlich fremd sind, die vielmehr andern Substanzen angehören. Es ist dies stets die Folge davon, daß ein neugebildetes Mineral an die Stelle eines ältern, verschwundenen getreten ist, und man nennt die durch diesen Proceß entstandenen Bildungen Pseudomorphosen oder Afterkrystalle (Taf. 3, Fig. 18.)

Man unterscheidet, je nach der Art ihrer Entstehung, Umhüllungs-, Verdrängungs- und Umwandlungspseudomorphosen. Bei den erstern bildet sich zunächst eine fremdartige Kruste über einem Krystall, welcher letztere häufig zerstört wird, sodaß allein durch die Kruste die Form des frühern Minerals erhalten bleibt; bei den zweiten wird durch einen doppelten chemischen Proceß, der entweder gleichzeitig oder in getrennten Zeiten stattfindet, die ursprüngliche Mineralsubstanz hinweggeführt, eine neue an ihrer Stelle abgelagert; bei den letzten endlich erfolgt die Pseudomorphosirung durch Verlust, Aufnahme oder Austausch einzelner chemischer Bestandtheile.

Zuweilen ist der Pseudomorphosirungsproceß nicht zur Vollendung gekommen, sondern unterbrochen worden, sodaß man an einem Krystall sowol die ursprüngliche als auch die neugebildete Substanz vorfindet, sei es, daß sich die erstere an einer Ecke, oder als Kern, oder endlich, aber seltener, als Kruste noch erhalten hat. In solchen Fällen existirt natürlich kein Zweifel über die Natur des Urminerals, wie es sonst wol manchmal der Fall sein kann.

B. Physikalische Eigenschaften der Mineralien.

Diejenigen Eigenschaften der Mineralien, welche ihre Masse als solche, ganz abgesehen von ihrer Form oder chemischen Zusammensetzung, charakterisiren, welche ihnen entweder innewohnen müssen, wenn sie als feste Körper sich darstellen sollen, oder welche sie unter dem Einflusse gewisser Agentien, Licht, Wärme und Elektricität, erkennen lassen, nennt man physikalische, und die Bestimmung derselben ist für die Erkennung und Unterscheidung der Mineralien von größter Wichtigkeit.

1. Spaltbarkeit und Bruch.

Die krystallisirten Mineralien zeigen die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß der Zusammenhalt ihrer kleinsten Theilchen nach gewissen Richtungen hin geringer ist, als nach allen übrigen, d. h. daß der Widerstand, den sie dem Zerschlagen oder Spalten entgegensetzen, in der Richtung gewisser Flächen am geringsten ist. Diese Eigenschaft der Spaltbarkeit ist aber deshalb von dem größten Interesse, weil jene Richtungen der geringern Cohärenz stets Krystallflächen parallel laufen, welche in die Krystallreihe des betreffenden Minerals gehören, sodaß also dadurch ein inniger Zusammenhang zwischen seinen äußern formalen und innern physikalischen Eigenschaften nachgewiesen wird.

Die Spaltungsrichtungen oder Blätterdurchgänge können nach Zahl und Gruppirung variiren, indem man Mineralien mit ein, zwei, drei u. s. w., unter rechten oder schiefen Winkeln sich schneidenden Spaltungsrichtungen unterscheidet. Es gilt hierbei aber als Regel, daß, wenn ein Mineral überhaupt nach einer Fläche einer gewissen Krystallgestalt spaltbar ist, z. B. nach einer Hexaederfläche, daß es dann in gleicher Vollkommenheit nach allen andern Flächen der nämlichen Krystallgestalt, also auch nach den zwei andern Flächenrichtungen des Hexaeders spaltet. So genügt z. B. schon ein leichter Hammerschlag auf einen Bleiglanzkrystall, der die Gestalten Taf. 1, Fig. 14, 15, 19 oder 20 haben kann, um jeden dieser Krystalle in eine Menge kleiner Würfel (Spaltungshexaeder) zu zertheilen, die ihrer Form und ursprünglichen Lage nach genau dem in den genannten Combinationen auftretenden Hexaeder entsprechen; ebenso kann jeder Kalkspatkrystall, er mag die Formen Taf. 2, Fig. 2, 5 oder eine der Formen 11—19 besitzen, in Rhomboeder von der Art Fig. 12 gespalten werden.

Bei weniger vollkommener oder bei complicirter Spaltbarkeit muß man dagegen ein Messer (Taf. 1, Fig. 59) zu Hülfe nehmen, dasselbe in der Spaltungsrichtung auf den Krystall aufsetzen und nun mit leichten Hammerschlag gegen dasselbe führen. So wird es z. B. leicht gelingen, am Flußspat, der gewöhnlich in Hexaedern (Taf. 1, Fig. 6) krystallisirt, der nach dem Octaeder (Taf. 1, Fig. 5) spaltet, durch leichten Druck mit dem Messer die Ecken abzusprengen (Taf. 1, Fig. 13) oder mit Zuhülfenahme von Messer und Hammer aus dem ursprünglichen Hexaeder ein vollständiges Octaeder herauszuspalten.

Spaltungsrichtungen von ungleicher Vollkommenheit entsprechen jederzeit den Flächenrichtungen verschiedener Krystallgestalten. So spaltet z. B. das monoklin krystallisirende Mineral Hornblende sehr vollkommen glattflächig nach dem Prisma, aber nur undeutlich nach dem Flächenpaar (Taf. 2, Fig. 43).

Schließlich muß hervorgehoben werden, daß jede Mineralspecies immer nur eine oder höchstens einige wenige Spaltungsformen besitzt und daß diese ihre eigenthümliche Spaltbarkeit, wie schon beiläufig erwähnt, bei allen ihren Individuen regelmäßig und ganz unabhängig von deren jeweiligen äußern Krystallformen oder sonstigen Ausbildungsweisen wiederkehrt. Namentlich deshalb ist die Spaltbarkeit eine überaus wichtige Eigenschaft und ein beachtenswerthes Hülfsmittel zur Bestimmung der Mineralien.

Wird ein Mineral nach Richtungen zerbrochen, nach denen es keine Spaltbarkeit besitzt, so entstehen darum Bruchflächen. Bei Mineralien mit sehr vollkommener Spaltbarkeit wird der Bruch nur selten sichtbar, desto bestimmter tritt er aber bei solchen auf, denen die Eigenschaft abgeht, und seine Beschaffenheit kann dann unter Umständen ein wichtiges Hülfsmittel zur Bestimmung solcher Körper sein.

Der allgemeinen Form der Bruchflächen nach spricht man von muscheligem, ebenem oder unebenem Bruch, je nach der Beschaffenheit ihrer Oberfläche oder von glattem, splitterigem, erdigem oder hakigem Bruch.

2. Härte und Tenacität.

Unter der Härte, dem Ausdruck der absoluten Cohärenz eines Minerals, versteht man den Widerstand, den es einer Trennung der kleinsten Theilchen entgegensetzt. Ihre wenigstens annähernde Bestimmung ist von großer Wichtigkeit, und schon Werner

ist in seiner Kennzeichenlehre eingehend mit diesem ie beschäftigt, indem er sich zur Feststellung mit ehrung der Härte des Fingernagels, des Messers des Stahls bediente und bei den einzelnen Mi- es angibt, ob sie mit dem Fingernagel, oder oder immer mit dem Messer zu ritzen seien, oder n Stahle Funken schlagen. Das Prinzip von der die relative Härte durch Ritzen der Körper einander bestimmte, gewinnt jedoch eine weit re Genauigkeit, und deshalb bedient man sich heute fast nur zur Feststellung dieser Eigenschaft der ersten Härteskalen, welche auf jenes Prinzip ge- sind und aus einer Reihe von Mineralien ten, welche ungefähr gleiche Differenzen in ihrer zeigen. Die gebräuchlichste ist die Härteskala Mohs, welche aus folgenden zehn Mineralien ht ist:

1. Talk,
2. Steinsalz (oder Gyps),
3. Kalkspat,
4. Flußspat,
5. Apatit,
6. Orthoklas,
7. Quarz,
8. Topas,
9. Korund,
10. Diamant.

dem man alle findet, daß ein zu bestimmendes ein der Skala ritzt, vom Apatit aber geritzt d, ist ing man, es habe Härte = 5, Apatit- 4, Flußspat der Kürze halber, Härte 4—5, wobei s ist aber stets zu vergegenwärtigen hat, daß diese der keine absoluten Größen ausdrücken. In der ung bedient man sich, da man nicht stets derartige Mineralstücken bestehende Härteskalen zur Hand , zur Härtebestimmung zumeist nur des Messers s. 1, Fig. 59), wenn man bei hinlänglicher ung genügende Resultate zu erzielen vermag.

Bei dieser Härteunterfindung erlangt man zugleich Aufschluß über die Art des Widerstandes, den Mineralien dem Eindringen eines andern, härtern ers entgegensetzen, über ihre Tenacität, und unterscheidet in dieser Beziehung spröde, milde, schneidige und biegsame (gemein-, reip. elastisch- same) Mineralien.

2. Dichtigkeit oder spezifisches Gewicht.

Die Dichtigkeit oder das spezifische Gewicht, durch dies das Verhältnis der Maße zum Volumen eines pers ausgedrückt wird, ist für die Mineralien des- ein außerordentlich wichtiges Merkmal, weil ver- dene Mineralspecies in der Regel verschiedenes, zu einer Species gehörigen Varietäten gleiches fisches Gewicht besitzen. Um dasselbe festzustellen, gleicht man das Gewicht eines Mineralstücks mit m Gewicht desselben Volumens Wasser; der Quotient s beiden Zahlen drückt das spezifische Gewicht des reffenden Minerals aus.

Bei der Ausführung dieser Versuche bedient man sich einer Wage (Taf. 2, Fig. 65), und man ver- rt dabei so, daß man ein Stück des zu untersuchen- Minerals zuerst in der Luft (auf der obern Wag- ale rechts), und darauf in Wasser eingetaucht (auf untern rechten Schale) wägt. Da ein Körper ser Wasser genau um so viel weniger wiegt, als s Gewicht des durch ihn verdrängten (also dem nigen gleichen) Wasservolumens beträgt, so muß man r Herstellung des Gleichgewichts das zuerst aufge- te Gewicht um einen gewissen Betrag vermindern. Nennen wir das Gewicht des Stücks an der Luft bestimmt P, sein Gewicht unter Wasser P^1, so ist $P - P^1$ das Gewicht des verdrängten Wasservolumens, das gesuchte spezifische Gewicht aber $= \frac{P}{P - P^1}$.

Da man derartige bestimmte Wagen nicht immer zur Verfügung hat, und außerdem auch genauen Größen die Bestimmung des spezifischen Gewichts von zerbrechlichen, körnigen oder in wässrigen Stücken vorge- nommen werden muß, so benutzt man jetzt vielfach gewöhnliche chemische Wagen, und nimmt die zweite Operation in einem Fläschchen mit Wasser gefüllten und mit durchbohrtem Stöpsel versehenen Fläschchen vor. Natürlich muß man dabei auch das Gewicht des leeren, vollständig mit Wasser gefüllten Fläschchens ermitteln.

3. Magnetismus.

Nur wenige Mineralien zeigen den Natur Magne- tismus, der in seinen Fällen attractorisch, meist nur repulsorisch ist.

Die diamagnetischen Eigenschaften, welche alle Kör- per in größerem oder geringerem Grade zeigen, sind zu unwesentlich hervortretend, als daß sie für den praktischen Mineralogen von großem Werthe sein könnten.

4. Optische Eigenschaften.

Diejenigen äußern Kennzeichen der Mineralien, welche auf der Einwirkung des Lichts beruhen, sind eben deshalb als Merkmale von ersten Range anzu- sehen, weil sie am meisten in die Augen fallen, am leichtesten erkannt werden können, und man darf sich deshalb nicht verwundern, wenn in frühern Zeiten auf deren Bestimmung ein viel übergroßes Gewicht gelegt wurde.

Am wenigsten wesentlich erscheint die Durchsichtig- keit (Pellucidität), welche durch dunkle Färbung oder vielfache Aggregation leicht alterirt werden kann. Man unterscheidet folgende Grade: durchsichtig, halb- durchsichtig, durchscheinend, kantendurchscheinend, un- durchsichtig.

Der Glanz ist eine Erscheinung, welche durch die Reflexion des Lichts von mehr oder weniger glatten Flächen hervorgerufen wird. Er ist nach Art und Stärke verschieden. Nach der Art des Glanzes hat man zunächst die metallischglänzenden Mineralien von den nichtmetallischglänzenden zu sondern, eine Unterscheidung von eingreifender Wichtigkeit, da die erste Art des Glanzes, welche stets mit vollkom- mener Undurchsichtigkeit und ganz bestimmten Farben gepaart erscheint, nur den schweren Metallen und vielen ihrer Verbindungen zukommt. Die nicht- metallischglänzenden Mineralien zeigen je nach der Stärke ihres Lichtbrechungsvermögens Diamant- glanz, Glasglanz, Fettglanz, Perlmutter- glanz oder Seidenglanz. Der Perlmutterglanz findet sich nur bei Individuen, welche aus unendlich vielen äußerst dünnen Lamellen zusammengesetzt sind, und zeichnet deshalb besonders die Flächen der voll- kommensten Spaltungsrichtungen aus; der Seidenglanz beruht lediglich in feinfaseriger Aggregation. Krystall- combinationen zeigen sehr häufig verschiedene Arten des Glanzes auf den Flächen der verschiedenen combi- nirten einfachen Gestalten.

Je nach der Stärke des Glanzes spricht man von starkglänzenden, glänzenden, schimmernden und matten Mineralien.

Alle diese Ausdrücke sind lediglich conventioneller Natur und deshalb einer scharfen Definition nicht fähig, nur durch vielfache Anschauung kann man sich

die damit bezeichneten Erscheinungen einprägen. Noch mehr gilt dies von den Farben, worunter man die Empfindungen versteht, welche die Strahlen des reflectirten oder transmittirten Lichts in unserm Auge hervorrufen.

Metallischglänzende Mineralien besitzen stets auch ihnen eigenthümliche metallische Farben, rothe, braune, gelbe, weiße, graue oder schwarze, welche noch in verschiedene Nuancen, z. B. goldgelb, messinggelb, silberweiß, bleigrau, stahlgrau u. s. f. unterschieden werden.

Die nichtmetallischen Farben, welche sich unter die acht Hauptfarben, weiß, grau, schwarz, grün, blau, gelb, roth und braun, bringen lassen, sind für die Charakterisirung der Mineralien von verschiedenem Werth, denn während es einestheils viele Mineralien (besonders Verbindungen schwerer Metalle) gibt, welche unter allen Umständen dieselbe Farbe zeigen, bei denen also die Farbe als ein wesentliches, charakteristisches Kennzeichen anzusehen ist (farbige Mineralien), ist bei der größten Mehrzahl die Färbung nur durch Beimischung von gewissen Pigmenten verursacht, also nur als ein zufälliges, unwesentliches Merkmal zu betrachten (gefärbte Mineralien).

Jede der obenerwähnten acht Hauptfarben ist durch eine Varietät als reinste, Charakterfarbe, repräsentirt. Diese sind: schneeweiß, aschgrau, sammetschwarz, smaragdgrün, berlinerblau, citronengelb, karminroth, kastanienbraun; die übrigen sehr zahlreichen Farbennuancen, sind durch Mischungen jener hervorgerufen.

Die Lichtstrahlen werden bekanntlich beim Uebergang aus einem Mittel in das andere, also auch beim Uebergang aus der Luft in Mineralien, aus ihrer Richtung abgelenkt, gebrochen. Diese Brechung ist aber bei sehr vielen Mineralien, d. h. bei allen, die nicht amorph oder nicht im tesseralen System auskrystallisirt sind, von einer ganz besondern Erscheinung begleitet, indem nämlich die Lichtstrahlen beim Eintritt in jene Mineralien nicht nur aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, sondern auch in zwei Strahlen zerlegt werden. Man nennt diese Erscheinung die doppelte Strahlenbrechung. Indessen existiren auch in doppeltbrechenden Mineralien eine oder zwei Richtungen (die optischen Achsen), in welchen die Lichtstrahlen nur einfach gebrochen werden, und zwar besitzen tetragonal und hexagonal krystallisirende Mineralien eine, rhombisch, monoklinisch und triklinisch krystallisirende dagegen zwei optische Achsen.

Nur sehr selten kann man die doppelte Strahlenbrechung direct beobachten, wie z. B. an den durchsichtigen Spaltungsstücken des isländischen Kalkspats, in der Regel bedarf es dazu einer Untersuchung im polarisirten Licht. Man bedient sich zu diesem Zwecke entweder eines Nörrenbergischen Polarisationsinstruments (Taf. 2, Fig. 61) oder noch einfacher einer Turmalinzange (Taf. 2, Fig. 62). Diese kleine elastische Zange hält in drehbaren Fassungen zwei Plättchen von Turmalin, welche parallel der krystallographischen Hauptachse geschliffen sind; bei paralleler Achsenlage der Plättchen erscheint das Gesichtsfeld beim Durchsehen hell, bei gekreuzter Achsenlage dagegen dunkel. Wenn man nun zwischen die in gekreuzter Achsenlage befindlichen Turmalinplättchen eine Lamelle irgendeines Minerals einlegt, so wird das Gesichtsfeld hell, wenn dieses Mineral doppelte Strahlenbrechung besitzt; bleibt dagegen das Gesichtsfeld dunkel, so hat das betreffende Mineral, wenigstens in der Richtung, in welcher das Licht durchgeht, einfache Brechung.

Die Turmalinzange ist aber auch noch weiter deshalb ein sehr nützliches Instrument, weil sich mit ihrer Hülfe nachweisen läßt, ob ein doppeltbrechendes Mineral optisch einachsig oder zweiachsig ist. Eine Lamelle eines einachsigen, also tetragonalen oder hexagonalen Minerals, senkrecht zur Hauptachse gespalten oder geschnitten, zeigt nämlich zwischen gekreuzten Turmalinplatten ein System kreisrunder, farbiger Ringe, welche von einem schwarzen Kreuz durchschnitten werden (Fig. 63a), zwischen parallelen Platten dagegen ein weißes Kreuz und schmale Ringe in den Complementärfarben.

Anders ist die Erscheinung, wenn man eine Lamelle eines optisch zweiachsigen Minerals, welche senkrecht auf die Mittellinie der optischen Achsen geschnitten ist, zwischen gekreuzten Turmalinplatten beobachtet. Man erblickt dann bei verschiedenen Stellungen der Lamelle zwei Systeme elliptischer, farbiger Ringe, welche von farbigen Curven (Lemniscaten) umgeben sind und entweder ein symmetrisches schwarzes Kreuz (Fig. 64a) oder zwei schwarze Hyperbeln (Fig. 64b) zeigen.

6. Elektrische Eigenschaften.

Durch Reiben werden alle Mineralien elektrisch. Die erregte Elektricität ist bald positiv, bald negativ, zum Theil nach sehr zufälligen Umständen; Druck ruft nur bei wenigen Mineralien elektrische Erscheinungen hervor. Manche, und zwar besonders durch Dimorphismus ausgezeichnete Mineralien werden auch durch dem Einfluß von Temperaturveränderungen elektrisch, so besonders der Turmalin, der deshalb von den Holländern früher Aschentrecker (Aschenzieher) genannt wurde (pyroelektrische Mineralien). Dabei ist also besonders bemerkenswerth noch das hervorzuheben, daß bei gewissen Mineralien die beiden Elektricitäten zugleich, an entgegengesetzten Punkten hervorgerufen werden (polare Pyroelektricität).

Unter den Instrumenten und Apparaten, welcher sich der Mineralog bedient, ist eins der wichtigsten und unentbehrlichsten das Mikroskop, welches theils als einfaches Mikroskop oder Lupe (Taf. 2, Fig. 60) zur Vergrößerung und Deutlichmachung der oft sehr kleinen Individuen, theils als zusammengesetztes Mikroskop zum Studium der innern, feinern Structur, zur Aufklärung besonderer Eigenthümlichkeiten und Erscheinungen die vielfachste Anwendung findet. Mit Hülfe des letztern, des eigentlichen Mikroskops, unter welchem man aber nur ganz feine Splitter, oder besonders präparirte, durchsichtig geschliffene Lamellen von Mineralien untersuchen kann, hat man gefunden, daß die Homogenität und vollkommene Raumerfüllung vieler Mineralien nur eine scheinbare ist, daß sie vielmehr sehr häufig von unzähligen, leeren oder gefüllten Hohlräumen, von Krystallen, oder krystallinischen, oder ganz eigenthümlich unregelmäßig geformten Bildungen durchschwärmt sind, daß ferner die scheinbar gleichmäßige Färbung gewisser Mineralvarietäten durch eingestreute Blättchen eines fremdartigen Körpers hervorgerufen ist, u. s. f. f. Kurz, man hat durch das Mikroskop so vielfache und so interessante Aufschlüsse über die innere Natur der Mineralien erlangt, daß in neuerer Zeit sehr viele Forscher sich dem Studium dieser Erscheinungen widmen.

Taf. 3 führt nun einige Beispiele solcher mikroskopischer Bilder vor: Einschlüsse von Flüssigkeiten in Quarz (Fig. 1), von Krystallchen in Labrador (Fig. 2) und Schlacke (Fig. 3), von regellos gestalteten Körpern in Obsidian (Fig. 4).

2. Chemische Eigenschaften der Mineralien.

Eine vollständige Einsicht in die Natur und das Wesen der Mineralien erlangt man durch das Vertrautsein mit deren morphologischen und physikalischen Eigenschaften noch nicht, dazu gehört nothwendigerweise auch die Kenntniß ihrer stofflichen oder chemischen Eigenschaften, nicht nur weil jene mit den letztern in innigsten Zusammenhange stehen, ja von ihnen vielfach geradezu bedingt werden, sondern auch weil sich die Nutzbarkeit der Mineralien im täglichen Leben, in ihrer Anwendung zu Decorations- oder baulichen Zwecken abgesehen, fast in allen Fällen auf das Vorhandensein gewisser chemischer Bestandtheile gründet.

Die bisjetzt bekannten, mehr als sechzig einfachen, unzerlegbaren Stoffe oder Elemente finden sich sämmtlich in den Mineralien vor, jedoch ist nur etwa der dritte Theil von ihnen allgemein und in größerer Menge verbreitet. Es sind dies: Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Kohlenstoff, Silicium, Phosphor und Schwefel von den Metalloiden; von den Metallen dagegen: Kalium, Natrium, Baryum, Calcium, Magnesium, Aluminium, Mangan, Eisen, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Antimon und Arsen.

Nur wenige Elemente treten für sich als Mineralien auf, meist sind sie zu chemischen Verbindungen (nach festen Gewichtsverhältnissen) vereinigt. Nach der unter den Mineralogen wenigstens noch gewöhnlichen dualistischen Anschauungsweise, denkt man sich, daß zunächst zwei Elemente zu einer Verbindung erster Ordnung, zwei Verbindungen erster Ordnung zu einer solchen zweiter Ordnung u. s. f. zusammentreten, und erklärt sich so den oft sehr complicirten chemischen Bau der Mineralien. Die Verbindungen erster Ordnung, welche am häufigsten durch Vereinigung von Sauerstoff mit irgendeinem andern Element entstehen, nennt man im allgemeinen Oxyde und theilt sie, je nach ihren Eigenschaften, in Basen (Oxyde im engern Sinne, mitunter auch Erden genannt) und Säuren; Verbindungen zweiter Ordnung, durch Zusammentreten von Basen und Säuren entstanden, bezeichnet man als Salze (basische, neutrale und saure).

Die weit seltenern Verbindungen von Schwefel mit andern Elementen nennt man entsprechend Schwefelbasen, Schwefelsäuren und Schwefelsalze, die Verbindungen von Chlor u. s. w. mit Elementen endlich, welche schon als Verbindungen erster Ordnung salzartigen Charakter haben — Haloïdsalze.

Da die Mineralien als nach festen Verhältnissen gebildete chemische Verbindungen anzusehen sind, so würde theoretisch die Frage nach der chemischen Constitution aller einer Species zugehörigen Körper eine sehr einfache Beantwortung finden; die Ermittelung derselben an einem Exemplar würde für alle Fälle, resp. die ganze Species genügen. In Wirklichkeit aber stellt sich die Sache anders, da, abgesehen von zufälligen mechanischen Beimengungen, deren Häufigkeit besonders durch die neuere Mikroskopie nachgewiesen worden ist, die theoretische Zusammensetzung durch das Auftreten isomorpher Bestandtheile, d. h. solcher Bestandtheile, welche die Fähigkeit haben, sich gegenseitig in unbestimmten Verhältnissen zu vertreten, innerhalb gewisser Grenzen alterirt werden kann. Man muß daher, wenn man nicht in sonstigen, morphologischen und physikalischen Beziehungen ganz übereinstimmende Körper auseinanderreißen und in unnützbare Speciesmacherei verfallen will, der chemischen Zusammensetzung für jede Mineralspecies einen gewissen Spielraum gewähren.

Die Feststellung der genauen, qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Mineralien ist die Sache des Chemikers, der Mineralog begnügt sich damit, die Resultate von dessen oft mühevollen und zeitraubenden Arbeiten zu acceptiren und daraus die für seine Zwecke nöthigen Schlüsse zu ziehen; wohl aber muß sich der Mineralog mit den chemischen Reactionen der Mineralien, d. h. den Erscheinungen und Veränderungen, welche sie bei Einwirkung anderer Stoffe und zersetzender Agentien wahrnehmen lassen, vertraut machen, da ihm diese in vielen Fällen, wo äußere Kennzeichen nicht mehr ausreichen, werthvolle Fingerzeige zur Bestimmung derselben darbieten können.

Um chemische Versuche mit einem Körper vornehmen zu können, muß man ihn stets erst in den flüssigen Aggregatzustand überführen, sei es mit Hülfe hoher Temperatur in geschmolzenen, sei es mit Hülfe von Auflösungsmitteln in wässerig flüssigen Zustand, und je nachdem man den einen oder andern Weg einschlägt, unterscheidet man Untersuchungen auf trockenem und solche auf nassem Wege, und es ist besonders die erste Methode wegen ihrer Bequemlichkeit, und deshalb, weil sie nur sehr geringe Mengen des zu prüfenden Körpers beansprucht, bei den Mineralogen sehr beliebt.

Zur Erzeugung hoher Temperaturen bedient man sich des Löthrohrs (Taf. 1, Fig. 60, nebst der von Plattner angegebenen Lampe), welches zunächst die Schmelzbarkeit eines Minerals festzustellen, dann aber auch durch Flammen- und Perlenfärbung oder durch die bei der Behandlung eines Minerals auf Kohle beobachteten Erscheinungen Schlüsse auf die Gegenwart bestimmter Stoffe zu ziehen erlaubt. Was zuvörderst die Schmelzbarkeit der Mineralien, allerdings eine mehr physikalische Eigenschaft, betrifft, so ist hauptsächlich deren Grad zu bestimmen. Man unterscheidet in dieser Beziehung leicht schmelzbare, schwer schmelzbare, an den Kanten schmelzbare und unschmelzbare Mineralien, oder man bezeichnet den Grad der Schmelzbarkeit mit einer Zahl, indem man sich zur Vergleichung der der Härtescala analogen Schmelzbarkeitsscala bedient. Diese besteht aus den Mineralien Antimonglanz, Natrolith, Almandin, Strahlstein, Orthoklas und Bronzit, von denen das erste an der bloßen Lichtflamme schmilzt, das letzte aber unschmelzbar ist. Außer dem Grade der Schmelzbarkeit hat man noch andere Erscheinungen zu beobachten, da manche, besonders wasserhaltige Mineralien, unter Aufschäumen schmelzen, während andere eine klare, durchsichtige Kugel, wieder andere dagegen ein undurchsichtiges Email liefern. Nimmt man die Schmelzversuche nicht in der Pincette, sondern auf einem Stück Holzkohle vor, so hat man zu berücksichtigen, ob das Mineral einen flüchtigen Bestandtheil von sich gibt, der entweder einen bestimmten Geruch besitzt, oder als ein gefärbter Beschlag auf der Kohle, hinter der Probe sich festsetzt. So deutet z. B. das Auftreten eines nach Knoblauch riechenden Dampfes auf die Gegenwart von Arsen; ein gelber Beschlag auf Blei, ein weißer, feuerbeständiger Beschlag auf Zink, ein weißer, aber flüchtiger auf Antimon u. s. w.

Gewisse Stoffe, besonders Alkalien, alkalische Erden, Kupfer u. s. w. ertheilen der äußern Löthrohrflamme eine gewisse Färbung, welche man am leichtesten erhält, wenn man die Probe mit Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) befeuchtet, da die Chlorverbindungen am leichtesten flüchtig sind. So erhält man durch Natron eine gelbe, durch Kali eine violette, durch Strontianerde eine karminrothe, durch Kalkerde eine gelblich-rothe, durch Kupfer eine schön blaugrün gefärbte Flamme.

Wenn man Mineralien mit Hülfe von Flußmitteln (Borax- oder Phosphorsalz) im Oehre eines Platindrahts oder auf Kohle vor dem Löthrohr zusammenschmilzt, so bekommen die so erhaltenen Perlen bei Gegenwart gewisser Substanzen bestimmte Farben. Es ist hierbei zu beachten, ob die Perle stark oder schwach mit dem Mineralpulver gesättigt ist, ob sie noch heiß, oder schon erkaltet ist, ob man sie mit der oxydirenden äußern oder der reducirenden innern Flamme behandelt hat, da alle diese Umstände auf die Färbung von Einfluß sein können und gerade durch derartig bewirkte Farbenveränderungen die Gegenwart eines Stoffs mit um so größerer Bestimmtheit erkannt werden kann. So färbt, um nur einige Beispiele anzuführen, das Mangan die Boraxperle im Oxydationsfeuer amethystroth bis schwarz, je nach dem Sättigungsgrade, im Reductionsfeuer wird diese Perle dagegen farblos, das Eisen ertheilt der Perle im erstern Falle eine gelbe bis dunkelrothe Farbe, welche sich im Reductionsfeuer in Grün umwandelt u. s. w.

Behandelt man ferner gewisse Mineralien mit Soda auf Kohle oder Platinblech vor dem Löthrohr, und befeuchtet dann die Schmelze mit Kobaltlösung, so gibt sich auch hier die Gegenwart von gewissen Stoffen (Thonerde, Magnesia) durch Färbungen kund; andere, metallhaltige Mineralien, auf Kohle mit Soda zusammengeschmolzen, hinterlassen ein reguliniſches Metallkorn. Mit diesen eigentlichen Löthrohruntersuchungen verbindet man in der Regel noch kleine Prüfungen durch Erhitzen von Mineralien im Glaskölbchen, in der offenen und zugeschmolzenen Glasröhre, wodurch die Gegenwart von flüchtigen Stoffen, so von Wasser, Schwefel, Arsen, Antimon, Quecksilber nachgewiesen werden kann.

Untersuchungen auf *nassem* Wege werden von den Mineralogen, schon weil sie umfänglichere Hülfsmittel und größern Aufwand an Zeit erfordern, weniger benutzt; in der Regel begnügt man sich damit, das Verhalten der Mineralien gegen Lösungsmittel festzustellen.

Diese Lösungsmittel, Wasser, Salzsäure, Salpetersäure oder ein Gemenge von beiden, selten Schwefelsäure, wendet man gradatim an, wobei man häufig ihre Einwirkung durch gelindes Erwärmen zu unterstützen hat. Man beobachtet hierbei, ob und in welchem Lösungsmittel ein Mineral auflösbar oder zersetzbar (d. h. partiell, mit Hinterlassung eines Rückstandes löslich) sei, ob dabei ein Aufbrausen, durch plötzliches Entweichen einer Gasart bedingt, oder die Entwickelung eines riechenden Gases stattfindet. Die Zersetzbarkeit ist besonders für gewisse kieselsaure, das Aufbrausen für kohlensaure Salze, die Entwickelung riechender Gase für manche Schwefelverbindungen charakteristisch; in Wasser lösliche Mineralien endlich besitzen einen bestimmten Geschmack.

D. Beschreibung der wichtigsten Mineralien.

I. Klasse. Metalloide.

1. Schwefel.

Die Krystalle des in der Natur vorkommenden Schwefels gehören dem rhombischen System an; bei vorwaltend pyramidalem Habitus treten untergeordnet prismatische und domatische Gestalten sowie Pinakoide auf. (Der aus Lösungen künstlich auskrystallisirte Schwefel zeigt ebenfalls rhombische Formen, während sich beim Erkalten von geschmolzenem Schwefel monokliniſche Krystalle bilden; er ist also dimorph.)

Die bis zu einigen Zoll langen Krystalle sind meist zu Gruppen vereinigt, auf andern Mineralien aufgewachsen; häufiger kommt der Schwefel in derben Massen ohne bestimmte Structur vor, oder er bildet Ueberzüge von erdiger und mehliger Beschaffenheit, die aus Aufhäufungen mikroskopisch kleiner Krystalle bestehen.

Die Spaltbarkeit nach den basischen und prismatischen Flächen ist unvollkommen, der Bruch muschelig, etwas splitterig, die Härte gleich der des Gypses (=2), das specifische Gewicht = 2,0. Die Krystalle sind meist durchsichtig fett- bis diamantglänzend und von schöner hellgelber Farbe; die derben Massen mehr oder weniger durchscheinend und lichtgelb bis lichtbraun gefärbt. Die Elektricität wird durch Reiben und Erwärmen erregt; beim Erwärmen in der hohlen Hand läßt der Schwefel ein knisterndes Geräusch vernehmen.

Der Schwefel schmilzt bereits bei 110° C., beim Erhitzen bis zu 420° (unter Luftabschluß) geht er in Dampf über, unter Luftzutritt erhitzt, verbrennt er mit blauer Flamme zu schwefliger Säure, welche durch den bekannten stechenden Geruch ausgezeichnet ist.

Der Schwefel, welcher meist durch schwefelwasserstoffhaltige Exhalationen oder durch Einwirkung von Bitumen (oder andern organischen Stoffen) auf schwefelsaure Verbindungen (Gips u. dgl.) entstanden ist, findet sich in größter Menge in den Thonen und Mergeln der tertiären Formation, so bei Girgenti und andern Orten in Sicilien, bei Conil im südlichen Spanien (berühmte Fundorte schöner Krystalle bekannt), bei Teruel in Aragonien, zu Radoboj in Kroatien (kugelig-derbe Massen), zu Swoszowice bei Krakau. Außerdem findet sich der Schwefel, besonders der mehlige, auf und in der Nähe von Vulkanen, so am Vesuv, bei Puzzuoli, auf Vulcano (in geschmolzenen, stalaktitischen Massen), auf Island u. s. w.

Der Schwefel findet vielfache Anwendung in der Technik, besonders zur Darstellung der Schwefelsäure, des Schießpulvers und der Zündhölzer, zum Bleichen der Gespinsten, als Arzneimittel u. s. w.

2. Diamant.

Der Diamant krystallisirt *tesseral*. Es finden sich Octaëder, Rhombendodekaëder, Tetrakishexaëder und Hexakisoctaëder, letztere Gestalten meist der Kugelform genähert, mit abgerundeten Flächen und Kanten. Zwillinge, meist in der Richtung einer Achse stark verkürzt, sind nicht selten.

Der Diamant hat sehr vollkommene octaëdrische Spaltbarkeit, die höchste Härte unter allen Naturkörpern, das specifische Gewicht = 3,5. Der starke Glanz kommt meist auf den meist rauhen Krystallflächen, in der Regel erst auf Spaltungs- und Schliffflächen zum Vorschein; das starke Lichtbrechungsvermögen erzeugt ein lebhaftes Farbenspiel. Die durchsichtigen Krystalle sind farblos, oft wasserhell, doch manchmal auch in verschiedenen grauen, grünen, blauen Nuancen gefärbt.

Der Diamant ist reiner Kohlenstoff und man kann ihn daher, aber nur unter Anwendung des Sauerstoffgebläses, zu Kohlensäure verbrennen, dagegen widersteht er hartnäckig allen Versuchen, ihn aufzulösen, und hauptsächlich aus diesem Grunde ist es bisjetzt noch nicht möglich gewesen, ihn auf künstlichem Wege herzustellen.

Der Diamant findet sich vorwiegend auf secundärer Lagerstätte, d. h. in losen oder conglomeratartig verbundenen Anhäufungen zertrümmerter Gesteine, meist in Gesellschaft von andern Edelsteinen und gediegenem Gold, so in Ostindien (Plateau von Dekan), auf Borneo, am Ural und in Brasilien (Provinz Minas Geraes). In letzterm Lande, dem reichsten Fundorte der Neuzeit, hat man ihn endlich auch eingewachsen gefunden.

talkolumit, einem glimmerschieferartigen Gestein; auch mmt er dort in derben Massen von feinkörniger Zummensetzung (als sog. Carbonat) vor.

3. Graphit.

Die kleinen, sechsseitigen, auf der Endfläche oft trimal gestreiften Tafeln, in denen das Mineral mitter vorkommt, gehören wahrscheinlich dem hexagonalen ystem an; am häufigsten tritt er in derben, strahligen er blätterigen, schuppigen oder dichten Aggregaten, er als Gemengtheil gneisartiger Gesteine auf. Das lineral ist nach einer Richtung sehr vollkommen spalt:r, in dünnen Blättchen biegsam, sehr weich, daher ıfärbend, auch fettig anzufühlen, und besitzt das spesische Gewicht 1,9—2,2, dabei eisenschwarze Farbe und letallglanz. Der Graphit besteht, wie der Diamant, us Kohlenstoff, dem in der Regel etwas Eisen beimengt ist, und er ist deshalb, wie jener, aber ebenlls sehr schwierig, zu Kohlensäure verbrennbar. Grait und Diamant bieten demnach ein ausgezeichnetes eispiel des Dimorphismus dar, und in der That kann an sich kaum bei gleicher chemischer Beschaffenheit rößere Gegensätze in allen morphologischen und phyalischen Eigenschaften denken.

Graphitkrystalle kennt man besonders von Pargas in inland (in Kalk eingewachsen), in großen Massen mmt der Graphit auf Ceylon und bei Semipalatinsk ı Sibirien vor, als Gemengtheil von Gesteinen bei assau in Baiern. Berühmt wegen seiner Reinheit ist er Graphit von Borrowdale in England.

Auf künstlichem Wege gebildete Graphitkrystalle finet man nicht selten als Ausscheidungen in kohlenstoffeichem Roheisen.

Die reinsten Graphitsorten werden zu Bleistiften verrbeitet, die schlechtern zu feuerfesten Tiegeln; außerdem indet er Verwendung als Schmiermittel und Farbeaterial zum Schwärzen eiserner Geräthschaften.

II. Klasse. Salze.

1. Familie. Kohlensaure Salze (Carbonate).

4. Kalkspat.

(Tafel 2, Fig. 11—17, 19, 20, 22.)

Die Grundgestalt der ausgezeichnet entwickelten hetiedrisch-hexagonalen Krystallreihe ist ein Rhomboëder, elches in den Scheitelkanten 105°, in den Randkanten 5° mißt (Fig. 12). Von dieser Grundgestalt, welche lbst nur selten in den Krystallen ausgebildet erscheint, nd die übrigen außerordentlich zahlreichen Krystallgealten abzuleiten; als die wichtigsten sind anzuführen: ie Rhomboëder von halber (Fig. 11), zweifacher Fig. 13), vierfacher und sechszehnfacher Länge der auptachse, das Skalenoëder von dreifacher Achsenlänge ig. 14, das Prisma und die Basis. Diese und noch iele andere einfache Gestalten combiniren sich in der erschiedensten Art und Weise, sodaß nicht weniger als —800 Combinationen bisjetzt bekannt sind. Der Haitus der Krystalle ist ebenfalls, je nach dem Vorherrhen der einen oder der andern Form, ein sehr wechselr, bald erscheinen sie rhomboëdrisch, bald skalenoëisch, bald tafelartig, oder lang- oder kurzsäulenförmig.

Zwillinge sind nicht selten; man beobachtet sie theils it parallelen Achsensystemen (so besonders skalenoëische Combinationen, Fig. 20), theils mit geneigten chsensystemen (säulenförmige Krystalle, Fig. 22). Die rystallflächen sind meist glatt und glänzend, doch sind anche, so die Basis und die Flächen des seltenen tammrhomboëders, in der Regel trübe, rauh oder usig.

So häufig und weit verbreitet auch die krystallisirten Varietäten dieses Minerals sind, so findet sich doch die Hauptmasse desselben in andern Formen, in grob- und feinkörnigen bis dichten Aggregaten, in stalaktitischen, stengeligen und faserigen Bildungen, oder in erdiger Beschaffenheit, oder als Versteinerungsmaterial von Thierresten.

Die Spaltbarkeit nach den Flächen der Stammgestalt ist höchst vollkommen, die Spaltungsflächen zeigen Perlmutterglanz, die Krystallflächen dagegen Glasglanz. Härte = 3, Gewicht 2,6—2,8.

Das Mineral findet sich in allen Graden der Durchsichtigkeit und in den verschiedensten Färbungen, vom wasserhellen Doppelspat an bis zu dem schwarzen, durch Kohle gefärbten Anthrakonit.

Das ausgezeichnete doppelte Lichtbrechungsvermögen, welches die Anwendbarkeit mancher Varietäten zu optischen Zwecken bedingt, ist schon oben erwähnt worden.

Der Kalkspat besteht aus kohlensaurer Kalkerde; jedoch ist meist, außer in den reinsten Abänderungen, ein Theil der Kalkerde durch entsprechende Mengen von Magnesia oder Eisenoxydul vertreten. Er ist vor dem Löthrohr unschmelzbar, verliert aber beim Erhitzen seine Kohlensäure und verwandelt sich in kaustische, leicht Wasser aufnehmende Kalkerde. In kalter Salzsäure löst er sich schon in Stücken leicht auf, die Kohlensäure entweicht dabei unter lebhaftem Aufbrausen.

Man unterscheidet bei diesem wichtigen und weitverbreiteten Mineral, je nach der Art seiner Ausbildung, verschiedene Varietäten; so zunächst den eigentlichen krystallisirten Kalkspat, den man besonders auf Erzgängen, in Drusenräumen von Kalksteinen und andern Gesteinen antrifft (Freiberg, Andreasberg, Tharand, Derbyshire und Cumberland), ferner die körnigen bis dichten Abänderungen (Marmor, Kalkstein), die ganze Gebirgszüge und Länderstrecken bilden (berühmte Marmorbrüche zu Carrara in Italien, Pentelikon in Griechenland, Insel Paros), ferner die Kalkschiefer (Solnhofen in Baiern), die faserigen Kalke und Kalksinter, die Oolithe oder Rogensteine (ihrer kugelförmigen Structur halber so genannt), endlich die erdigen Abänderungen (Kreide) aus Rügen, Nordfrankreich, England.

In Künsten und Gewerben findet das Mineral die ausgedehnteste Verwendung. Die in großen Blöcken brechenden feinkörnigen Kalksteine dienen der Bildhauerei, schöngefärbte dichte Kalksteine der Ornamentik; andere körnige Kalksteine liefern das Material zur Darstellung der Kohlensäure für die ausgebreitete Fabrikation künstlicher Mineralwässer, die Kalkschiefer finden Anwendung in der Lithographie, die Kreide benutzt man zum Schreiben, vor allem aber sind die Kalksteine wichtig als leicht zu bearbeitende Bausteine und im gebrannten Zustand als Material zur Mörtelbereitung; durch Thon verunreinigte Kalksteine, die sog. Mergel, endlich werden auch zum Düngen der Felder verwendet.

5. Talkspat (Magnesitspat).

Die Krystallform ist, identisch mit der des Kalkspats, rhomboëdrisch, mit nur geringen Winkelabweichungen. Dagegen ist die Krystallisationsreihe bei weitem weniger entwickelt; meist findet man das Mineral nur in der Form des Stammrhomboëders oder in wenigen andern Combinationen. Die Spaltbarkeit ist ebenso vollkommen wie beim Kalkspat, Härte und specifisches Gewicht sind etwas höher als bei diesem. Die glas- bis perlmutterglänzenden Individuen sind meist durchsichtig, farblos oder licht gefärbt.

Der Talkspat besteht aus kohlensaurer Talkerde (Magnesia), er besitzt also eine dem Kalkspat analoge Zusammensetzung; von Säuren wird er schwerer, als

dieser, meist nur in der Wärme, unter Aufbrausen gelöst.

Man findet dieses Mineral, in ringsum ausgebildeten Individuen, eingewachsen in Talkschiefer an vielen Punkten der Alpen; eine dichte, in nierenförmigen Massen auftretende Modification kennt man von Kraubat in Steiermark und von andern Orten.

6. Bitterspat (Dolomit).

Auch bei diesem Mineral kehrt die Krystallform des Kalkspats wieder, mit Winkelabmessungen, die zwischen denen des Kalkspats und des Talkspats liegen. Am häufigsten tritt das Stammrhomboëder selbst, oft mit sattelförmig gebogenen Flächen, auf, seltener ist das flachere Rhomboëder (linsenförmig ausgebildet) oder einfache Combinationen.

Die Krystalle sind meist aufgewachsen und zu Gruppen oder Drusen vereinigt, sehr häufig und in großen Massen findet man grob- bis feinkörnige Abänderungen, bei denen die einzelnen Individuen nicht wie beim Kalkstein innig verwachsen, sondern viel loser (zuckerkörnig) verbunden erscheinen (Dolomit). Die physikalischen Eigenschaften, Spaltbarkeit, Härte, Gewicht u. s. w., sind nahezu dieselben wie die des Talkspats.

Der Bitterspat besteht aus kohlensaurer Magnesia und kohlensaurer Kalkerde, in den reinsten Varietäten nach gleichen Mischungsgewichten; doch weichen die meisten Abänderungen von der Normalzusammensetzung etwas ab, sodaß sich Uebergänge nach beiden Richtungen, nach Kalkspat einer-, nach Talkspat andererseits, vorfinden. Außerdem wird häufig in den sogenannten Braunspaten ein Theil der Basen durch Eisenoxydul oder Manganoxydul vertreten. Das Verhalten gegen Säuren wie beim Talkspat.

Die krystallisirten Varietäten finden sich theils in Chlorit- oder Talkschiefern der Alpen, theils auf Erzgängen (Freiberg, Joachimsthal im Erzgebirge), theils in Drusen von Dolomit (Tharand in Sachsen), die körnigen Abänderungen bilden Lager oder ganze Gebirgszüge, so besonders in den Alpen, in der Fränkischen Schweiz u. s. w.

7. Aragonit.

Die rhombischen Krystalle dieses Minerals zeigen besonders häufig die Combination von Prisma, Brachypinakoid und Brachydoma, oder von Prisma, Brachypinakoid und Basis, von denen die letztern, da der Prismawinkel nur wenig von 120° abweicht, einen hexagonalartigen Charakter besitzen. Andere, spießig ausgebildete Varietäten zeigen sehr spitze Pyramiden und Brachydomen. Sehr häufig finden sich Zwillinge, welche eine Prismenfläche gemein haben (Taf. 2, Fig. 37), und alternirende Vielllinge desselben Gesetzes, bei denen die mittlern Individuen nur papierdünne Lamellen bilden, sodaß sich die Verwachsung lediglich aus einer feinen Streifung der brachydiagonalen und brachydomatischen Flächen erkennen läßt. — Die Krystalle sind oft ringsum ausgebildet, seltener aufgewachsen, häufig sind stengelige und faserige Aggregate, letztere oft radialfaserig oder concentrisch-schalig (Erbsensteine, Taf. 3, Fig. 12), oder stalaktitisch und sinterartig (Sprudelstein), auch finden sich baumförmige und zackige Gestalten (Eisenblüte, Taf. 3, Fig. 15).

Die Spaltbarkeit ist deutlich brachydiagonal, der Bruch muschelig, Härte = 4, Gewicht 3,0; die glasglänzenden Individuen sind wasserhell oder weingelb, auch lichtgrün oder violblau gefärbt, derbe Massen oft dunkler.

Die chemische Zusammensetzung und das chemische Verhalten des Aragonits ist dem des Kalkspats gleich; die kohlensaure Kalkerde liefert also ein weiteres Beispiel für den Dimorphismus einer Substanz, und man hat gefunden, daß sich dieselbe aus kalter Lösung in der Form des Kalkspats, aus heißer Lösung in der des Aragonits abscheidet.

Schöne Krystalle finden sich in Thon eingewachsen bei Molina in Aragonien, in Basalttuff in Böhmen, zu Stangewachsene spießige Varietäten bei Wollenstein in Ungarn und zu Alstonmoore in England; Erbsenstein und Kalksinter (Sprudelstein) bilden sich noch jetzt als Absatz aus den heißen Quellen von Karlsbad; die Eisenblüte kommt von Eisenerz in Steiermark.

Der Sprudelstein wird zu kleinen Schmuckgegenständen und Geräthschaften verarbeitet.

8. Natron.

Dieses Mineral, die natürliche Soda, findet sich in krystallinischen Krusten oder mehligen Massen als Efflorescenz des Bodens in heißen, regenarmen Gegenden. Künstliche Krystalle sind monoklinisch. Der Körper ist sehr weich und zerreiblich, und besitzt das geringe Gewicht von 1,5. Er besteht aus wasserhaltigem kohlensauren Natron, ist leicht in Wasser löslich, schmilzt bei gelinder Wärme in seinem eigenen Krystallwasser und verwittert an der Luft.

Das Mineral findet seines beschränkten Vorkommens wegen nur wenig Verwendung; um so bedeutender aber die Wichtigkeit der künstlichen Soda, welche wegen ihrer ausgedehnten Anwendung in der Seifen-, Glasfabrikation, in der Bleicherei, Wäscherei und Färberei in ungeheuern Massen dargestellt wird.

2. Familie. Schwefelsaure Salze (Sulphate.)

9. Schwerspat (Baryt).

Das rhombische Prisma von ca. 100° bildet mit der Basis die einfachsten Krystalle (Taf. 2, Fig. 26 und 29c), außerdem treten aber noch alle andern rhombischen Formen, Pyramiden, Domen und die verticalen Flächenpaare auf, sodaß dadurch eine große Mannigfaltigkeit der Formenentwickelung und des Habitus der Krystalle entsteht; vorherrschend ist aber immer der tafelartige oder pyramidale Typus (auch sogenannte Kantenangulärpyramiden, aus der Combination von Brachy- und Makrodoma entstanden, nicht selten, Taf. 2, Fig. 31). Die stengelige Krystalle entstehen durch das vorwaltende Auftreten eines Flächenpaars (Stangenspat). Die Krystalle sind theils einzeln, theils zu mannichfachen Gruppen vereinigt, aufgewachsen und andern Gruppen vereinigt, aufgewachsen derbe Massen von schaliger, faseriger, körniger oder dichter Aggregation, selten erdige Ueberzüge.

Die Spaltbarkeit, vollkommen nach prismatischen und basischen Flächen, und das hohe Gewicht von 4,5 lassen dieses Mineral leicht von andern Spaten unterscheiden; die glasglänzenden und durchsichtigen oder durchscheinenden Individuen sind verschieden, meist aber in lichten Nuancen, gefärbt.

Der Schwerspat besteht aus schwefelsaurer Baryterde; er ist unschmelzbar und widersteht allen Auflösungsmitteln, nur in der Glühhitze wird er von kohlensauren Alkalien zersetzt.

Es ist ein weitverbreitetes, besonders auf Erzgängen häufig vorkommendes Mineral; schön krystallisirte Varietäten von Freiberg und andern Orten im Erzgebirge, von Schemnitz in Ungarn, Offenbanya in Siebenbürgen, Przibram in Böhmen; der Stangenspat, der Faserbaryt, der dichte und erdige Baryt von Freiberg; die knolligen, kugelförmigen radialstrahligen Knollen des Bologneserspats besitzen die merkwürdige Eigenschaft, nach dem Erglühen noch längere Zeit im Dunkeln zu leuchten.

Der Schwerspat dient als Zuschlag bei Schmelzarbeiten

benutzt man ihn zum Verfälschen des

10. Cölestin.

lographischen und physikalischen Eigen- Minerals stimmen mit denen des iso- erspats sehr nahe überein, nur das Ge- s niedriger=4. Zu Drusen vereinigte gelige, schalige und körnige Aggregate, parallelfaseriger Structur.
aus schwefelsaurer Strontianerde, ist vor leicht schmelzbar (Unterschied von Schwer- er die äußere Flamme schön karminroth rs beim Befeuchten der Probe mit Salz- äuren wird er wenig angegriffen.
bloße Krystalle mit Schwefel und Gips kleine, flächenreiche, himmelblau gefärbte und in Ungarn, parallelfaserige Platten schelkalk der Gegend von Jena.
Darstellung von Strontianpräparaten, Feuerwerkerei Anwendung finden.

11. Anhydrit.

nd selten und noch nicht genau gemessen, Spaltungsstücken, welche drei, unter 90° be, aber verschiedenwerthige Spaltungs- gen, was auf rhombische Krystallisation ist derb in körnigen und stengeligen Aggre- icht.
specifisches Gewicht=2,9; der Glanz ist g auf den vollkommensten Spaltungs- glasartig; häufig sind lichtblaue oder röth- en.
rit besteht aus schwefelsaurer Kalkerde; er elzbar und in Säuren wenig löslich. Ein Begleiter des Steinsalzes, so im Salz- uf den würtembergischen Salzstöcken, zu Wieliczka.

12. Gips.

nlichste Form der monoklinischen Krystalle als ist Taf. 2, Fig. 49 abgebildet; sie bination von Klinopinakoid, Prisma und ipyramide; sehr häufig sind schwalben- e Zwillinge (Fig. 50), welche nach der rthopinakoids verwachsen sind. Die Kry- beträchtlicher Größe, sind häufig ringsum der zu freien oder aufgewachsenen Gruppen großen Massen tritt körniger, in Platten s auf.
chtung des Klinopinakoids läßt sich der cht zu dünnen, biegsamen Blättchen spal- besitzt deshalb auf diesen Flächen Perl- sonst Glasglanz. Härte=2, Gewicht=2,3. elle oder vollkommen durchsichtige Krystalle, die derben Aggregate meist licht gefärbt.
besteht aus wasserhaltiger schwefelsaurer dem Löthrohr verliert er sein Wasser und nail; in Wasser und Säuren ist er etwas ntsteht oft aus Anhydrit, da dieser leicht mmt, umgekehrt bildet sich aber auch durch der Anhydrit aus dem Gips.
n, bis 2 Fuß langen Krystalle (oft ge- Friedrichsrode in Thüringen, vom Mont- aris; spätige und körnige Massen (Ala- in größern Lagern mit Steinsalz; der e Fasergips häufig zwischen den Thonen der Triasformation in Thüringen und itunter auch als ganz neues Gebilde auf n.

Der Alabaster wird häufig zu Schmuckgegenständen verarbeitet; der gebrannte Gips dient zum Düngen der Felder, zu Stuckarbeiten und Abgüssen. Der schwarzgeaderte mansfelder Stinkgips, der auch vielfach verarbeitet wird, ist ein von bituminösen Stoffen durchdrungener Gips; daher auch der unangenehme Geruch beim Schlagen.

3. Familie. Borsaure Salze (Borate).

13. Boracit.

Die hemiëdrisch-tesseralen Krystalle zeigen meist die Combination von Hexaëder, Tetraëder und Rhombendodekaëder, welche je nach dem Vorherrschen einer dieser drei Formen verschiedenen Habitus besitzen. Man kennt nur kleine, ringsum ausgebildete Krystalle, welche in Gips oder Anhydrit eingewachsen sind.
Härte=7, Gewicht=3; die glas- bis diamantglänzenden Individuen sind meist graulichweiß gefärbt. Der Boracit besteht in der Hauptsache aus borsaurer Magnesia, er ist schwer schmelzbar und schwer in Säuren löslich. Lüneburg im Hannöverschen.
Der Staßfurtit, welcher in größern Mengen auf dem Steinsalzlager von Staßfurt in der Provinz Sachsen in derben Massen vorkommt, ist wahrscheinlich dasselbe Mineral.
Der Tinkal oder Borax findet sich in breitsäulenförmigen monoklinischen Krystallen an den Ufern mehrerer Seen in Tibet; er besteht aus wasserhaltigem zweifach borsaurem Natron, ist in Wasser löslich und findet Anwendung als Fluß- und Löthmittel, sowie bei der Bereitung feiner Gläser.

4. Familie. Salpetersaure Salze (Nitrate).

14. Salpeter.

Die rhombischen Krystalle besitzen die Form des Aragonits; in der Natur aber kommt er nur in feinen Nädelchen oder als flockiger und mehlartiger Ueberzug vor. Die sehr weiche und leichte Substanz besteht aus salpetersaurem Kali, ist in Wasser löslich, schmeckt kühlend-salzig und verpufft auf glühender Kohle.
Man findet den Salpeter meist als Ausblühung des Bodens, so in Ungarn, wo diese Efflorescenzen einen Raum von 130 Quadratmeilen bedecken. Er findet vielfache Anwendung, besonders zur Darstellung der Salpetersäure und des Schießpulvers.
Der Chilisalpeter oder Natronsalpeter (salpetersaures Natron) findet sich in großen Massen von körniger Beschaffenheit in der regenlosen Wüste Atacama an der Grenze von Chile und Peru. Er liefert das billigste Material zur Salpetersäuredarstellung, wogegen er zur Fabrikation des Schießpulvers nicht geeignet ist, da er Feuchtigkeit aus der Luft anzieht.

5. Familie. Phosphorsaure Salze (Phosphate).

15. Apatit.

Hexagonales Krystallsystem; die häufigsten Formen sind die Taf. 3, Fig. 5, 6, 10 abgebildeten Combinationen (Prisma und Basis, Prisma und Pyramide resp. Prisma, Basis und Pyramide). Dazu gesellen sich häufig noch steilere und flachere Pyramiden 1. Richtung, sowie als Abstumpfungen der Combinationsecken von Prisma und Pyramide solche 2. Richtung, ferner in der Regel halbflächig ausgebildete, dihexagonale Pyramiden und Prismen, sodaß die Krystalle oft sehr complicirt und flächenreich, die Orientirung an ihnen, besonders den kurzsäulenförmig ausgebildeten, nicht ganz leicht ist. Die Krystalle sind häufig eingewachsen oder

einzeln aufgewachsen, doch auch zu Gruppen vereinigt; die derben, körnigen bis dichten Massen nennt man Phosphorit.

Das Mineral hat muscheligen Bruch; Härte 5, Gewicht 3,2; Glasglanz, auf Bruchflächen Fettglanz; farblos und wasserhell, meist aber gefärbt; grüne Abänderungen nennt man Spargelstein, blaugrüne Moroxit.

Der Apatit besteht aus phosphorsaurer Kalkerde mit etwas Chlorcalcium oder Fluorcalcium; er schmilzt schwierig und färbt nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure die äußere Löthrohrflamme bläulichgrün (Reaction auf Phosphorsäure); er löst sich in Säuren.

Der Apatit ist ein steter Begleiter des Zinnerzes auf seinen Lagerstätten, so bei Ehrenfriedersdorf, Zinnwald und andern Orten im Erzgebirge; flächenreiche Krystalle vom St.-Gotthard, große trübe Krystalle von Snarum in Norwegen, fußlange Individuen von Hammond in Neuyork; Phosphorit kommt lagerförmig bei Dillenburg in Nassau und bei Amberg in der Oberpfalz vor.

Der Phosphorit ist, da er dieselben Substanzen wie die Knochen enthält, ein sehr geschätztes Düngemittel.

16. Kalait (Türkis).

Ein amorphes Mineral, welches sich nur in nierenförmigen oder stalaktitischen Massen als Ueberzug auf Kieselschiefer oder in Geröllen findet; es hat Feldspathärte, ist wenig glänzend und theils schön himmelblau, theils grün gefärbt.

Er besteht aus wasserhaltiger phosphorsaurer Thonerde, ist unschmelzbar, ertheilt der Flamme eine blaugrüne Färbung und löst sich in Säuren.

Der schöne himmelblaue orientalische Türkis, der als Edelstein ziemlich hoch geschätzt wird, kommt aus der Landschaft Herat in Asien; schlechter gefärbte Kalaite von Oelsnitz im Voigtland. Vieler sogenannter Türkis ist blau gefärbtes Elfenbein.

6. Familie. Fluorverbindungen (Fluoride).

17. Flußspat.

Tesserales Krystallsystem, mit vorwiegend hexaëdrischem Formentypus, trotz der vollkommen octaëdrischen Spaltbarkeit. Die Mannichfaltigkeit und der Gestaltenreichthum der Krystalle ist sehr groß, da mit Ausnahme des Triakisoctaëders sämmtliche holoëdrische Gestalten des Tesseralsystems allein oder in Combinationen vorkommen. Besonders häufige Combinationen Taf. 1, Fig. 13, 15, 17, 18, 19, 22. Die Flächen des Hexaëders sind meist glatt, mitunter aber durch das Auftreten sehr flacher Tetrakishexaëder entstellt; die Octaëderflächen sind stets rauh oder treppenförmig gestaltet, die Folge davon, daß der octaëdrische Krystall aus lauter kleinen Hexaëdern aufgebaut ist. Hexaëdrische Durchkreuzungszwillinge sind nicht selten. Die Krystalle sind meist zu Gruppen und Drusen vereinigt aufgewachsen; körnige, stengelige und dichte Massen (Flußstein).

Härte 4, Gewicht 3,2. Der Flußspat ist eins der am schönsten und mannichfaltigsten gefärbten Minerale; er findet sich in allen möglichen gelben, rothen, grünen, blauen, braunen und schwarzen Farben, auch doppelt gefärbte Krystalle, in welchen dann die verschiedenen Farben eine Vertheilung nach krystallographischen Gesetzen erkennen lassen, kommen häufig vor. Der Flußspat phosphorescirt sehr stark, d. h. beim Erhitzen nimmt man einen innerlichen Lichtschein wahr.

Der Flußspat, welcher aus Fluorcalcium besteht, schmilzt leicht vor dem Löthrohr und wird von Schwefelsäure vollständig zersetzt, wobei eine das Glas ätzende Säure, die Fluorwasserstoffsäure, gasförmig entweicht.

Das Mineral kommt sehr häufig auf Erzlagerstätten vor, bekannt sind die farblosen Krystalle von Stolberg am Harz, die weingelben von Freiberg, die grünen von Szaska im Banat, die rosenrothen Octaëder vom St.-Gotthard, die fast kubikfußgroßen blauen Hexaëder von Münsterthal in Baden, die violblauen Krystalle von England; als regelmäßiger Begleiter des Zinnerzes auf den sächsischen Zinnerzlagerstätten, mitunter schön gefärbt. Körnige und strahlige Massen bilden einen mächtigen Gang bei Oelsnitz im Voigtland; dichter Flußstein bei Freiberg und Stolberg.

Der Flußspat wird besonders als Zuschlag bei Schmelzprocessen, sowie zur Entwickelung der Flußsäure für Glasätzen gebraucht.

18. Kryolith.

Die drei verschiedenwerthigen, unter rechten Winkeln sich schneidenden Spaltungsrichtungen deuten auf rhombische Krystallisation; wirkliche Krystalle kennt man nicht, sondern nur derbe, spätige oder körnige Massen. Härte 3, Gewicht 2,9—3. Das Mineral ist glasglänzend, durchscheinend, farblos oder licht gefärbt. Es besteht aus einem Doppelsalz von Fluornatrium und Fluoraluminium, ist leicht schmelzbar unter Röthung der Flamme und verhält sich gegen Schwefelsäure wie Flußspat.

Der Kryolith bildet bei Ivertoek in Südgrönland 5—6 Fuß mächtiges Lager und ist häufig mit Flußspat, Kupferkies und Eisenkies gemengt. Er wird theils zur Darstellung von Natronlauge, theils zur Gewinnung des Aluminiums benutzt, welches Metall einige Zeit lang zu Schmuckgegenständen vielfach verarbeitet wurde.

7. Familie. Chlorverbindungen (Chloride).

19. Steinsalz.

Die tesseralen Krystalle zeigen fast stets das Hexaëder, nach welchem das Mineral auch vollkommen spaltbar ist. In der Regel bildet es spätige oder körnige, seltener faserige Aggregate, welche letztere in Platten oder Trümmern zwischen den Schichten von körnigem Steinsalz oder Thon auftreten.

Härte 2, Gewicht 2,1; glasglänzend, meist durchsichtig und farblos, doch auch weiß, grau, roth (durch beigemengtes Eisenoxyd) oder blau (durch Kohlenwasserstoff) gefärbt; es schmeckt rein salzig.

Das Steinsalz besteht aus Chlornatrium; es ist leicht in Wasser löslich und zerfließt daher in feuchter Luft; im Glaskölbchen zerknistert es beim Erwärmen. Es bildet, meist in Gesellschaft von Thon, Gips und Anhydrit, mächtige Lager und Stöcke, oder es findet sich als Efflorescenz der Erdoberfläche oder endlich aufgelöst in dem Wasser mancher Seen und des Meeres, aus dem es durch natürliches oder künstliches Abdampfen gewonnen werden kann.

Außer zum Würzen der Speisen hat das Steinsalz noch eine ausgebreitete Verwendung in der Technik, besonders zur Sodafabrikation, zur Seifensiederei, zur Darstellung der Salzsäure, als Zuschlag bei metallurgischen Processen u. s. w.

Andere Chlorverbindungen, so der Sylvin (Chlorkalium), der Salmiak (Chlorammonium), sind dem Steinsalz in ihren äußern Eigenschaften sehr ähnlich; sie krystallisiren ebenfalls tesseral, haben geringe Härte und niedriges Gewicht, und sind wie jenes leicht in Wasser löslich, jedoch kommen sie in der Natur weit seltener vor, der letztere meist auf Vulkanen und auf den Halden brennender Steinkohlenlager (Duttweiler bei Saarbrücken).

III. Klasse. Steine.

1. Familie. Kiesel.

20. Quarz.

wichtige und außerordentlich weit verbreitete
rystallisirt hexagonal; die häufigste Gestalt ist
nation von Prisma und Pyramide, lang- oder
förmig ausgebildet (Taf. 2, Fig. 6, 7), sel-
ie Pyramide allein (Taf. 2, Fig. 4). An
bination sind die Pyramidenflächen häufig ab-
größer und kleiner ausgebildet (Taf. 2, Fig. 21,
rystall), ja es verschwinden wol die abwech-
lächen ganz, sodaß dadurch auf rhomboëdrische
hingedeutet wird. Interessante, aber nur
entwickelnde Combinationen entstehen durch
geordnete Auftreten anderer hexagonaler oder
ıler Pyramiden, welche meist nur mit der
:r dem Viertel ihrer Flächen ausgebildet er-
Die Pyramidenflächen sind fast stets sehr glatt
end, während die Prismenflächen meist hori-
reift sind, mit welcher Erscheinung häufig eine
ıg der Krystalle nach dem Pole zu Hand in
t. Monstrositäten, hervorgebracht durch über-
Vorherrschen einer oder mehrerer Flächen
Fig. 5), und verzerrte, nach einer Richtung
ıte Krystalle, sind sehr häufig. — Der Quarz
nicht nur in ringsum ausgebildeten und ein-
en, sowie in einzeln oder zu Gruppen und
erbunden aufgewachsenen Krystallen, sondern
n verschiedensten Aggregationsformen, in dich-
n, in Körnern, als Gerölle und Sand, in
rphosen nach vielen Mineralien und endlich
einerungsmaterial.
:amidale Spaltbarkeit ist kaum wahrnehmbar,
muschelig bis splitterig; die Härte 7, das
,6. Der Glanz ist auf Bruchflächen fettartig,
ırtig; das Mineral ist häufig vollkommen durch-
ɔ wasserhell, sonst aber sehr verschiedenartig

uarz ist reine Kieselsäure; vor dem Löthrohr
ɔar und in Säuren, mit Ausnahme der Fluß-
ılöslich. Es läßt sich erwarten, daß ein so
verbreitetes Mineral, wie der Quarz, nicht
n Umständen ganz dieselbe Ausbildung erlangt
es sind von den zahlreichen Varietäten be-
ie folgenden hervorzuheben:

ergkrystall; die reinste, am schönsten und
n krystallisirte Abänderung; in der Regel
, doch auch gelb (Citrin) oder rauchgrau bis
Rauchtopas oder Morion), enthält oft fremd-
nschlüsse, wie Wassertropfen (Taf. 3, Fig. 1),
ıige Krystalle von Rutil, Turmalin, Blättchen
nmer, Eisenglanz u. s. w. Seine Krystalle
oft eine erstaunliche Größe und ein Gewicht
ɔder mehrern Centnern; sie finden sich dann
ßer Menge in sogenannten Krystallkellern bei-
so besonders in der Schweiz und auf Mada-
die schönsten Krystallgruppen aus den Alpen
hiné; lebhaft glänzende, ringsum ausgebil-
tällchen liefert die Marmarosch in Ungarn,
schöne wasserhelle Geschiebe.
ergkrystall wird zu allerhand Schmuckgegen-
erarbeitet.
ıethyst; stengelige, in freie Krystallenden aus-
ggregate, selten säulenförmige Krystalle, auch
ı Massen und in Geschieben; ausgezeichnet
ıe prachtvoll violblaue und pflaumenblaue Far-
lm schönsten gefärbt sind die Amethyste von
Schemnitz in Ungarn, Wolkenstein und Schlott-
witz in Sachsen, sowie Oberstein an der Nahe, sind bekannte Fundorte; in neuerer Zeit liefert Brasilien große Massen.

In tief gefärbten Abänderungen ist der Amethyst ein beliebter Schmuckstein.

c) Gemeiner Quarz; kurzsäulenförmige Krystalle oder stengelige Massen mit freien Krystallenden, selten ringsum ausgebildete Pyramiden; in vielerlei Aggregaten, Körnern und losen Geschieben. Er bildet das Hauptmaterial der Sandsteine und einen Gemengtheil vieler körniger Gesteine, tritt in derben, manchmal schieferigen Massen als selbständiges Gestein auf und ist das verbreitetste Mineral auf Erzlagerstätten. Manche Abänderungen hat man mit besondern Namen belegt, so den lichtroth gefärbten Rosenquarz, den blaulichweißen Milchquarz, den lauchgrünen Prasem, den röthlichbraunen, von Glimmerschüppchen erfüllten Avanturin, den durch Eisenoxyd roth oder gelb gefärbten Eisenkiesel; ein dichter Eisenkiesel ist der durch muscheligen Bruch ausgezeichnete Jaspis. Undeutlich krystallinische Varietäten des Quarzes sind der Hornstein, der an seinem hornartig-splitterigem Bruch kenntlich ist und oft holzartige Structur besitzt und dann Holzstein genannt wird, sowie der Kieselschiefer, der in grauen bis schwarzen, oft von weißen Adern durchzogenen, dickschieferigen Massen vorkommt.

Die reinen Quarzvarietäten sind wichtig für die Fabrikation des Glases und der feuerfesten Ziegel, die Sandsteine liefern ein geschätztes Baumaterial, der Quarzsand dient zur Mörtelbereitung, zum Scheuern, Schleifen; der Kieselschiefer wird zur Unterhaltung der Chausseen und in manchen Varietäten als Probirstein benutzt u. s. w.

21. Opal.

Ein amorphes Mineral; kommt nur eingesprengt in derben Massen, seltener in traubigen oder stalaktitischen Formen von muscheligem Bruche vor. Härte $5^1/_2$, Gewicht 2,2. Der Opal ist glasglänzend, in verschiedenen Graden durchsichtig, mitunter farblos, doch meist gefärbt; er besitzt in einigen Abänderungen schönes Farbenspiel.

Er besteht aus wasserhaltiger Kieselsäure mit wechselndem Wassergehalt; sein chemisches Verhalten unterscheidet sich von dem des Quarzes nur darin, daß er von heißer Kalilauge aufgelöst wird, was bei jenem nicht der Fall ist. Der Opal ist jedenfalls, wie die künstliche amorphe Kieselsäure, aus der Zersetzung von Silicaten hervorgegangen und es erinnert auch sein ganzer Habitus lebhaft an einen ursprünglich gallertartigen Zustand.

Als besondere Varietäten sind anzuführen:

Hyalith, in wasserhellen traubigen Krusten und Tropfen auf dem Anamesit von Steinheim bei Frankfurt.

Edler Opal mit ausgezeichnet schönem Farbenspiel in den Trachyten von Eperies in Ungarn.

Feueropal von feuerrother Farbe. Zimapan in Mexico.

Gemeiner Opal und Halbopal, letzterer mit oft holzartiger Structur und dann Holzopal genannt (Schaiba in Ungarn), besitzen kein Farbenspiel.

Menilit in braunen Knollen von Menilmontant bei Paris.

Der edle Opal, der nur selten in größern Stücken vorkommt, ist ein sehr geschätzter Schmuckstein, ähnlich der Feueropal.

Gewisse, auch aus Kieselsäure bestehende Mineralkörper, bilden ihrem chemischen Verhalten nach, indem sie partiell in Kalilauge auflösbar sind, gewissermaßen den Uebergang zwischen Quarz und Opal. Dahin gehören:

1) der Chalcedon, der theils in Pseudomorphosen, hauptsächlich aber in nierenförmigen, stalaktitischen oder plattigen Massen und in Geröllen vorkommt, flachmuscheligen und etwas splitterigen Bruch und sehr verschiedene Färbungen besitzt. Besondere Namen führen der gelbrothe Carneol, das dunkelgrüne Plasma, der grüne von rothen Adern durchzogene Heliotrop, der apfelgrüne Chrysopras, der schwarz und weißgestreifte Onyx (Taf. 4, Fig. 5), der durch dendritische Zeichnungen charakterisirte Mokkastein (Taf. 4, Fig. 4). Alle diese Varietäten werden zu Ring- und Nadelsteinen und andern Schmuckgegenständen vielfach bearbeitet.

2) der Feuerstein; Knollen mit flachmuscheligem Bruch und schwarzen oder grauen Farben, die besonders in der weißen Kreide sich massenhaft vorfinden. Wurde früher zu Flintenschlössern und Schlagfeuerzeugen verarbeitet.

Die Achate endlich sind Gemenge verschiedener Quarzvarietäten, besonders von Amethyst, Chalcedon und Jaspis, welche meist streifenweis angeordnet sind, und durch ihre verschiedene Structur, Färbung und Durchsichtigkeit die feinsten und zierlichsten Zeichnungen hervortreten lassen (Taf. 4, Fig. 1—3). Besonders häufig kommen sie in kugelförmigen Secretionen in manchen Gesteinen vor und werden zu vielerlei Schmuckgegenständen und Geräthschaften verschliffen. Hauptfundorte sind Oberstein an der Nahe und in neuerer Zeit Brasilien.

2. Familie. Feldspatartige Mineralien.

Die Mineralien, welche diese Familie umfaßt, besitzen sämmtlich den gleichen Härtegrad 6 und nahezu gleiches specifisches Gewicht = 2,5 — 3,0, und sehr analoge chemische Zusammensetzung, indem sie aus kieselsaurer Thonerde, verbunden mit einem kieselsauren Alkali oder einer kieselsauren alkalischen Erde, bestehen. Ein großer Theil von ihnen ist als Bestandtheil der körnigen und porphyritischen Gesteine von großem geologischen Interesse und erlangt deshalb auch, insofern diese Gesteine als Baumaterial benutzt werden, technische Wichtigkeit.

Die eigentlichen Feldspate lassen sich trotz ihrer mannichfaltigen morphologischen Beschaffenheit und ihrer vielfältigen chemischen Gliederung auf drei Normalspecies zurückführen, welche man nach der Natur ihrer basischen Bestandtheile als Kalifeldspat, Natronfeldspat und Kalkfeldspat bezeichnen kann, alle übrigen können krystallographisch und chemisch als Mischungen aus zwei dieser Grundspecies angesehen werden. Sie besitzen alle zwei deutliche Spaltungsrichtungen, welche sich unter Winkeln von 90° oder nahezu 90° schneiden. Dies bedingt ihre krystallographische Zusammengehörigkeit.

22. Kalifeldspat.

Er krystallisirt monoklinisch; die zwei Spaltungsrichtungen, welche die Krystallisationsreihe beherrschen, entsprechen der basischen Endfläche und dem Klinopinakoid, sie schneiden sich folglich unter 90°; die erstere ist die vollkommenste. Zu diesen beiden Flächenpaaren gesellen sich dann noch das Prisma und ein hinteres Hemidoma (Taf. 2, Fig. 51), oft auch das Klinodoma (Taf. 2, Fig. 46) oder hintere Hemipyramiden. Der Habitus der Krystalle ist prismatisch oder rectangulärsäulenförmig; in den reinsten Abänderungen, wo das Klinopinakoid häufig nur klein ausgebildet ist, auch dicktafelartig. Die Krystalle sind oft in vollkommen paralleler Stellung aneinander gereiht, und bilden dann zahnförmige Gruppen; viel frequenter treten aber Zwillinge auf, denen verschiedene Gesetze zu Grunde liegen, am häufigsten ist das sog. Karlsbader Gesetz (Drehungsachse die Hauptachse, Taf. 2, Fig. 52). Die Krystalle sind meist ringsum ausgebildet und eingewachsen, seltener zu Gruppen vereinigt aufgewachsen; außerdem individualisirte (spätige) Massen, körnige und dichte Aggregate.

Die Krystalle sind äußerlich oft matt und wenig glänzend, auf frischen Bruchflächen zeigen sie Glas-, auf den basischen Spaltungsflächen Perlmutterglanz; sie sind mehr oder weniger durchsichtig, wasserhell, weiß oder licht (meist röthlichweiß, seltener grün) gefärbt. Die reinste Varietät des Kalifeldspats oder Orthoklases, wie er wegen seiner rechtwinkeligen Spaltbarkeit auch genannt wird, ist der Adular, welcher sich in schön krystallisirten, lebhaft glänzenden und oft durchsichtigen Gruppen und Drusen besonders auf Gängen der alpinen Granite und Gneise findet.

Der gemeine Feldspat oder Pegmatolith ist schon weniger rein, indem immer ein kleiner Theil des Kalis durch Natron vertreten ist. Er ist weniger glänzend und meist gefärbt, einige Varietäten (Mikroklin) zeigen hübsches Farbenspiel. Ringsum ausgebildete Krystalle sind sehr häufig, seltener Gruppen; allgemein verbreitet ist er als Gemengtheil der Granite, Syenite, Gneise und anderer krystallinischer Gesteine, in denen er besonders durch seine glatten, glänzenden Spaltungsflächen leicht kenntlich ist. Spätige Feldspatmassen, welche von Quarzstengeln regelmäßig durchwachsen sind, nennt man Schriftgranit (Taf. 3, Fig. 20).

Feinkörniger bis dichter Feldstein bildet die Grundmasse vieler Porphyre.

Eine noch natronreichere, aber auch orthoklastische Feldspatvarietät ist Sanidin (glasiger Feldspat), der in breittafelartig oder rectangulärsäulförmigen Krystallen oder in individualisirten Körnern von eigenthümlich rissiger Beschaffenheit einen Gemengtheil neuerer Eruptivgesteine, besonders der Trachyte und Phonolithe bildet.

23. Natronfeldspat (Albit, Periklin).

Die beiden Spaltungsrichtungen schneiden sich nicht unter rechten, sondern unter schiefen Winkeln, das Mineral krystallisirt folglich triklinisch, jedoch mit fast monoklinem Habitus, wie denn die Krystalle des Albits denen des Adulars und Pegmatoliths sehr ähnlich sind. Besonders häufig sind Zwillingskrystalle von der Taf. 2, Fig. 59 abgebildeten Form, zwei Individuen sind derart aneinander gewachsen, daß die beiderseitigen basischen Endflächen sehr flache einspringende Winkel bilden. Diese Zwillingsbildung wiederholt sich, besonders bei spätigen Massen stets in der Weise, daß eine große Zahl papierdünner Lamellen aneinandergereiht sind, sodaß man die Zwillingsverwachsung nur an einer sehr feinen Streifung der scheinbar einheitlichen Spaltungsfläche nachweisen kann, eine Erscheinung, die das wesentlichste Hülfsmittel zur Unterscheidung der plagioklastischen oder triklinen Feldspate von den orthoklastischen, soweit sie als Gesteinsgemengtheile auftreten, abgibt. Es ist um so wichtiger, als die übrigen physikalischen Eigenschaften der Natronfeldspate mit denen der Kalifeldspate identisch sind, auch haben sie die schwierige Schmelzbarkeit sowie die Unlöslichkeit in Säuren mit jenen gemein.

Die reinen Natronfeldspäte finden sich fast nur in Drusenräumen auskrystallisirt, die Krystalle oft sehr vollständig ausgebildet und zu losen Gruppen vereinigt; interessant ist das Vorkommen wasserheller Albitkrystalle auf Pegmatolithindividuen, wobei die beiderseitigen Hauptachsen parallel stehen.

Schöne Krystalle von Hirschberg in Schlesien, m St.-Gotthard und aus dem Zillerthal in Tirol. Wie sich der Albit zum Adular verhält, so der Oligoklas zum Orthoklas. Es ist ein Natronfeldspat, welchem wechselnde Mengen von Natron durch Kali, sp. Kalk vertreten sind. Er findet sich selten in iklinen Krystallen (Bodenmais in Baiern), aber sehr iufig in spätigen Partien und leistenförmigen oder felartigen Individuen, immer an der Zwillingsstreifung nntlich, als Gemengtheil krystallinischer Gesteine, so eler Granite und Gneise, des Diorits u. s. w.

An den Oligoklas schließt sich der Labradorit an, orwaltend ein Kalkfeldspat, in welchem ein Theil er Kalkerde durch Natron vertreten ist. Krystalle sind hr selten und undeutlich; die beiden fast gleich voll:ommenen Spaltungsrichtungen, von denen die erste ieist Zwillingsstreifung zeigt, schneiden sich unter schie:en Winkeln. Ausgezeichnet sind die spätigen Gerölle on der Küste Labrador durch die prachtvolle Farbe:andlung auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen, elche durch eingestreute mikroskopische Krystalle hervor:ebracht wird (Taf. 3, Fig. 2).

Der Labradorit schmilzt noch etwas leichter als Oli:oklas und wird von Säuren angegriffen, wie denn überhaupt die Schmelzbarkeit der Feldspate mit deren Kalkgehalt zunimmt. Er bildet einen Bestandtheil man:cher Gesteine, so des Hypersthenits, des Gabbros, des Dolerits u. s. w., von denen die erstern besonders frequent im Gebiet der sächsischen Granulitformation bei Penig und Roßwein auftreten.

24. Kalkfeldspat.

Der reine Kalkfeldspat oder Anorthit kommt in kleinen oft recht verwickelten, albitähnlichen Krystallen von prismatischem Habitus vor. Die beiden Spaltungs:richtungen schneiden sich unter schiefen Winkeln. Er ist ziemlich schwer schmelzbar und wird von Säuren vollkommen zersetzt. Ein seltenes Mineral; Krystalle in den Auswürflingen des Vesuvs, körnige Partien im Kugeldiorit von Corsica.

25. Leucit.

Das Mineral krystallisirt tesseral und kommt nur in ringsum ausgebildeten, seltener zu kugeligen Gruppen vereinigten deltoiden Ikositetraëdern vor. Es besitzt Glasglanz, der muschelige Bruch Fettglanz, geringe Durchsichtigkeit und lichtgraue Farbe.

Chemisch kommt es dem Kalifeldspat sehr nahe, nur ist es etwas säureärmer und kalireicher, manche, besonders zersetzte Varietäten, enthalten auch einige Pro:cent Natron. Der Leucit ist unschmelzbar, in Säuren unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure zersetzbar.

Große Krystalle von der Rocca Monfina bei Rom; sehr verbreitet in den Laven des Vesuvs und des Laa:cher Sees; zersetzte Krystalle von Oberwiesenthal in Sachsen und vom Kaiserstuhl in Baden.

26. Nephelin (Eläolith).

Hexagonale Säulen mit pyramidaler und basischer Endung (Taf. 2, Fig. 10), meist kleine durchsichtige, glasglänzende, farblose oder licht gefärbte, einzeln auf:gewachsene Krystalle (Nephelin), oder derbe, individuali:sirte oder körnige, fettglänzende braune, rothe oder grüne Massen (Eläolith). Die Spaltbarkeit ist unvoll:kommen, der Bruch muschelig bis eben. Es ist vor:herrschend ein Thonerde-Natronsilikat, in welchem einige Procent Kali. Der eigentliche Nephelin ist schwer, der Eläolith dagegen ziemlich leicht schmelzbar, beide werden von Säuren unter Abscheidung von gallertartiger Kiesel:säure zersetzt.

Der Nephelin findet sich in aufgewachsenen Krystallen am Vesuv, in eingewachsenen als Gemengtheil des Nephelindolerits vom Katzenbuckel im Odenwald und vom Löbauer Berg in Sachsen; der Eläolith als Be:standtheil syenitartiger Gesteine von Frederiksvärn in Norwegen und Miask am Ural.

27. Skapolith (Wernerit).

Krystallisirt tetragonal, besonders in der Taf. 1, Fig. 54 abgebildeten Combination von Pyramide und Deuteroprisma, doch sind die Krystalle meist mehr säulenförmig ausgebildet. Oft treten auch noch andere Formen, das Protoprisma, eine Deuteropyramide u. s. w. hinzu. Eingewachsene oder aufgewachsene Krystalle, derbe, körnige Massen. Nach den Flächen des Deutero:prisma ist das Mineral deutlich spaltbar, der Glanz ist glas- oder fettartig, doch nie sehr lebhaft, ebenso sind die verschiedenen grauen, grünen und rothen Far:ben meist trüb und schmuzig. Der Skapolith ist viel:fachen Umbildungen unterworfen, die chemische Zu:sammensetzung daher sehr schwankend, doch stimmt sie in der Hauptsache mit der der Kalkfeldspate überein. Vor dem Löthrohr leicht schmelzbar, in Säuren zer:setzbar.

Kommt besonders auf norwegischen, schwedischen und finländischen Kalk- und Magneteisenerzlagerstätten vor.

An die feldspatartigen Mineralien sind wegen der Aehnlichkeit ihrer chemischen Zusammensetzung noch einige andere Körper anzureihen, deren völlig amorphe, glasartige Beschaffenheit erkennen läßt, daß sie sehr rasch aus dem geschmolzenen in den starren Zustand übergegangen sind. Diese natürlichen Gläser finden sich nach Art der Gesteine in Stöcken und Gängen, (Perlstein und Pechstein) oder in Form von Strö:men sowie als Auswürflinge (Obsidian und Bims:stein, der letztere eine poröse, schwammige oder schaumige Abart des erstern).

Anhangsweise sind endlich noch die technisch wich:tigen Thone zu erwähnen, ebenfalls amorphe, aber erdige Mineralmassen, welche meist aus der Zersetzung von Feldspaten hervorgegangen sind und deshalb stets einen größern oder geringern Wassergehalt besitzen.

Die reinste Abänderung ist der Kaolin (Porzellan:erde), ein feinerdiges, leicht zerreibliches, weißes Mine:ral, welches häufig in Pseudomorphosen nach Orthoklas, Leucit und andern Mineralien vorkommt. Er fühlt sich mager an, ist aber angefeuchtet ausgezeichnet pla:stisch und besteht aus wasserhaltiger kieselsaurer Thon:erde. Vor dem Löthrohr ist er unschmelzbar.

In größern Massen findet er sich zu Aue bei Schnee:berg, in der Gegend von Meißen in Sachsen, bei Li:moges in Frankreich u. s. w., an welchen Orten er überall behufs seiner Verwendung in der Porzellan:manufactur gegraben wird.

An diesen schließen sich die eigentlichen Thone, welche sämmtlich als durch kohlensauren Kalk, Eisen:oxyd, Quarzsand oder Gesteintrümmer mehr oder we:niger verunreinigter Kaolin zu betrachten sind. Sie sind häufig fettig anzufühlen und sehr plastisch und deshalb zur Fabrikation aller möglichen Steingut- und Töpferwaaren verwendbar; die reinsten und deshalb schwerstschmelzbaren werden zur Darstellung feuerfester Ziegeln und Gefäße benutzt.

3. Familie. Zeolithe.

Unter dem Namen Zeolithe begreift man eine Gruppe meist sehr schön krystallisirter Mineralien, welche in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften, beson:ders aber in der Art ihres Vorkommens und ihrer Entstehung große Uebereinstimmung zeigen.

Sie sind sämmtlich sehr leicht (Gewicht unter 2,4), schmelzen sehr leicht unter Aufschäumen zu einer klaren Perle und bestehen zum größten Theil aus wasserhaltigen Doppelsilicaten der Thonerde und der Kalkerde oder eines Alkalis, sodaß man sie recht wohl als gewässerte Feldspate betrachten kann. In Säuren sind sie unter Abscheidung einer Kieselsäuregallert zersetzbar. Man findet sie nur aufgewachsen in Drusenräumen oder Mandelräumen gewisser Gesteine, besonders der Basalte, Phonolithe, Melaphyre, älterer oder jüngerer Laven, selten auf Gängen in ältern Gebirgsformationen. Beides, chemische Zusammensetzung und Vorkommen, lassen es als unzweifelhaft erscheinen, daß die Zeolithe als secundäre Gebilde, hervorgegangen aus der Zersetzung der Muttergesteine, anzusehen sind, und daß besonders die feldspatigen Gemengtheile der letztern es waren, welche das Hauptmaterial zu ihrer Bildung hergegeben haben. Nur einige der häufigsten können als Beispiele hier angeführt werden.

28. Natrolith. Mesotyp.

In rhombischen säulenförmigen, Krystallen (Taf. 2, Fig. 30), meist nur in nadel- und haarförmigen, zu Büscheln verbundenen Individuen, oder feinfaserigen, nierenförmigen Aggregaten; glasglänzend, meist weiß, selten ockergelb oder roth gefärbt.

Schöne Krystalle aus der Auvergne und von Island; sehr häufig in der Gegend von Aussig in Böhmen und vom Höhgau am Bodensee.

29. Chabasit.

Rhomboëdrische Krystalle, die Krystallflächen oft federartig gestreift; häufig Durchkreuzungszwillinge; die Krystalle meist zu Gruppen vereinigt

Das böhmische Mittelgebirge, die Farderinseln, das Fassathal in Tirol sind bekannte Fundorte.

30. Analzim.

Tesseral; am häufigsten in Ikositetraëdern oder in der Combination von Würfel und Ikositetraëder; die Krystalle sind oft sehr groß, auch körnige Massen. Wasserhell, manchmal fleischroth gefärbt.

Das Fassathal liefert die größten, fleischrothen Krystalle, schöne wasserhelle von den Liparischen Inseln.

31. Desmin.

Rhombische, rectangulär säulenförmige Krystalle mit pyramidaler Endung: sie sind oft breitsäulenförmig und fächerförmig gruppirt, häufig auch in der Mitte eingeschnürt, nach den Enden zu auseinanderlaufend (garbenförmig). Auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen Perlmutterglanz, sonst Glasglanz.

Das Fassathal, die Farderinseln, besonders aber Island liefern schöne Exemplare.

32. Heulandit.

Krystallisirt monoklinisch in der Combination von Fig. 45 auf Taf. 2. Die klinodiagonalen Spaltungsflächen besitzen starken Perlmutterglanz.

Farblose Krystalle von den Farödern, ziegelroth gefärbte aus dem Fassathal.

33. Harmotom.

Er krystallisirt ganz ähnlich wie Desmin, hat aber meist gestreifte Pyramidenflächen und besitzt keine Spaltbarkeit, folglich auch keinen Perlmutterglanz. Er kommt am häufigsten in Durchkreuzungszwillingen vor (Zwillingsachse die Hauptachse) und wird daher auch Kreuzstein genannt. Er enthält Baryterde und besitzt deshalb ein ausnahmsweise höheres Gewicht von 2,5.

Besonders schön auf den Erzgängen von Andreasberg am Harz, und in den Melaphyren von Oberstein.

Zu den Zeolithen ist auch noch, trotz seiner etwas abweichenden Constitution, zu rechnen:

34. Apophyllit.

Er krystallisirt meist in spitzen tetragonalen Pyramiden, oft combinirt mit dem Deuteroprisma und der Basis, seltener, aber besonders groß ausgebildet in prismatische Krystalle (Poonah in Indien). Außer in Krystallen findet sich das Mineral auch in schaligen Aggregaten. Die vollkommene basische Spaltungsfläche besitzt Perlmutterglanz, sonst Glasglanz; wasserhell oder licht rosenroth gefärbt.

Der Apophyllit enthält kein Thonerdesilicat, sondern blos kieselsaure Kalkerde, kieselsaures Kali und Wasser, verhält sich aber sonst wie ein Zeolith. Außer an den obengenannten Orte auch von den Farödern, von Island und den Erzgängen von Andreasberg (hier die weinrothe Abänderung).

4. Familie. Glimmer.

Das Hauptkennzeichen der dieser Familie angehörenden Mineralien ist die vollkommene basische Spaltbarkeit, infolge dessen der Perlmutterglanz auf der Endfläche und die blätterige Structur der Krystalle oder Krystallaggregate (Taf. 3, Fig. 8). Glatte seitliche Begrenzungsflächen gehören daher bei den meist sechsseitigen Individuen zu den größten Seltenheiten, und eben deshalb für diese Mineralien, da scharfe Messungen unausführbar sind, die Untersuchung im polarisirten Lichte unerlaßlich und auch am frühesten in Anwendung gebracht worden. Auf diesem Wege ist wenigstens im Stande gewesen, die Krystallsysteme, denen die verschiedenen Körper angehören, festzustellen. Die Glimmer sind Doppelverbindungen von neutralem oder basischem kieselsaurem Kali (resp. Lithien) etc. Magnesia, mit basisch kieselsaurer Thonerde, in denen oft ein Theil der Thonerde durch Eisenoxyd vertreten ist. Nicht selten sind kleine Wassergehalte. Aus der großen Zahl glimmerartigen Mineralien mögen nur die folgenden, als besonders häufig vorkommend, erwähnt werden.

35. Kaliglimmer (zweiachsiger Glimmer).

Der Umstand, daß das Mineral optisch zweiachsig ist, also zwei Richtungen besitzt, in denen es das Licht einfach bricht, weist auf das rhombische Krystallsystem hin; die sechsseitigen Tafeln sind als Combinationen von Basis, Prisma und Brachypinakoid anzusehen. Die basischen Endflächen sind oft gestreift; die Krystalle kammförmig oder parallelschuppig aufgewachsen, am häufigsten gerad- und krummschalige, flaserige oder verworren schuppige Aggregate oder einzeln eingewachsene Blättchen. In dünnen Lamellen elastisch biegsam, metallartiger Permutterglanz und oft silberweiße Farbe, häufig auch gelbliche und grüne Färbungen. Härte ungefähr 2, Gewicht = 2,8.

Die chemische Zusammensetzung ist sehr schwankend; in der Hauptsache sind diese Glimmer als basische Thonerde-Kalisilicate zu betrachten, welche Normalconstitution durch das Auftreten kleiner Mengen von Magnesia, Natron, Eisenoxyd, Fluor und Wasser sehr variirt werden kann. Sie sind meist schwierig schmelzbar und werden von Säuren nicht angegriffen.

Der Kaliglimmer bildet einen Hauptgemengtheil des Glimmerschiefers, vieler Granite, Gneise und anderer Gesteine; in sehr großen Tafeln kommt er u. a. in Sibirien vor, wo man ihn an Stelle des Glases zu Fensterscheiben benutzt.

er Lithionglimmer ist eine durch einen Fluor- Lithiongehalt, oft auch durch pfirsichblütenrothe e sowie durch leichte Schmelzbarkeit charakterisirte ietät des Kaliglimmers.
enig und Zinnwald in Sachsen, Rozena in Mähren.

36. Magnesiaglimmer.

ie optische Einachsigkeit verweist auf hexagonale Kryform; die seltenen Krystalle lassen rhomboedrische men erkennen. Die Art des Auftretens ist dieselbe beim Kaliglimmer, von welchem sich der Magnesiaimer in physikalischer Beziehung durch die sehr dunkle, t schwarze Färbung unterscheidet. Er ist in der ptsache ein Thonerde-Magnesiasilicat, doch fehlen i und Eisenoxydul neben der Magnesia, Eisenoxyd en der Thonerde nie; häufig treten auch Titansäure Wasser der Mischung bei, also wieder eine sehr hselnde chemische Constitution. Von Schwefelsäure wird Mineral zersetzt. Sehr häufig als Gemengtheil Gesteinen, von den ältesten Gneisen und Graniten zu den jüngsten Basalten und Laven; leidliche stalle finden sich besonders in diesen letztern.

37. Chlorit.

Die hexagonalen Krystalle sind tafelförmig, oft zu martigen Gruppen verbunden; meist kommt aber s Mineral, ähnlich wie die Glimmer, in blätterigen, worren schuppigen Aggregaten, in Flasern oder ein- eingesprengten Blättchen vor.
Der Chlorit ist in dünnen Lamellen gemein, nicht stisch biegsam, besitzt Durchscheinenheit und lichte er dunkle grüne Farbe, grünen Strich, äußerst gege Härte und das Gewicht 2,8. Er ist ein sehr sches, wasserhaltiges Silicat von Thonerde, Magsia und Eisenoxydul, vor dem Löthrohr schwer schmelzr und wird von Schwefelsäure zersetzt.
Er kommt als selbständiges schieferiges oder körnigpuppiges Gestein (meist Magneteisen enthaltend) beders häufig in den Alpen vor.

5. Familie. Amphibole.

38. Epidot.

Die monoklinischen Krystalle sind horizontal säulenrmig ausgebildet, sodaß Basis, Orthopinakoid und rthodomen groß ausgedehnt sind; die seitliche Beenzung bilden prismatische, hemipyramidale und nodomatische Flächen, meist in großer Anzahl. Aufwachsene und zu Gruppen vereinigte Krystalle, auch ngelige, strahlige und körnige Aggregate.
Zwei fast gleich vollkommene Spaltungsrichtungen neiden sich unter schiefen Winkeln; sie entsprechen m basischen und orthodiagonalen Flächenpaar, der ruch ist muschelig und splitterig. Härte $5^1/_2$, Gewicht 4. Vorherrschend sind intensive grüne Farben, seltener the bis braune. Die chemische Zusammensetzung des pidots ist wie die aller amphibolartigen Minerale und erhaupt der meisten Silikate, äußerst schwankend; im esentlichen ist er ein Thonerde-Kalkerde-Silicat, in elchem die Thonerde theilweise durch Eisenoxyd, einige rocente der Kalkerde durch Eisenoxydul vertreten wern. Dies ist wenigstens die Constitution des Pistats oder Eisenepidots, der am weitesten verbreiteten arietät (Krystalle von Arendal in Norwegen, Bourg-Oisans in der Dauphiné, krystallinische Massen von chwarzenberg im Erzgebirge), während beim rothraunen Manganepidot von St.-Marcel in Piemont Manganoxyd an die Stelle des Eisenoxyds tritt.

39. Amphibol (Hornblende).

Der monoklinischen Krystallform liegt ein stumpfes Prisma zu Grunde, welches am häufigsten mit dem Klinopinakoid, der Basis und der positiven Hemipyramide, oder mit Orthopinakoid, Basis und Klinodoma (Taf. 2, Fig. 43) combinirt auftritt. Zwillinge der ersten Combination mit dem Orthopinakoid als Zwillingsebene sind sehr häufig, einspringende Winkel fehlen, aber der eine Pol zeigt dann vier pyramidale, der andere zwei basische Flächen. Die Krystalle sind stets säulenförmig, oft ringsum ausgebildet und eingewachsen, seltener aufgewachsen, häufig stengelige und strahlige, verworrene Aggregate oder kleine eingesprengte Individuen.

Sehr charakteristisch ist die vollkommene prismatische Spaltbarkeit; Härte $5^1/_2$, Gewicht = 3. Vorherrschend sind grüne und schwarze Farben, mit geringer Durchscheinenheit gepaart, seltener sind mehr durchsichtige, lichter gefärbte Individuen. In chemischer Beziehung sind zwei Varietätengruppen zu unterscheiden, erstlich die thonerdefreien Amphibole, von denen der weiß oder lichtgrün gefärbte Grammatit als Magnesia-Kalkerde-Silicat zu betrachten ist, während der lauchgrüne Strahlstein noch Eisenoxydul enthält. Diese beiden Varietäten kommen in langsäulenförmigen Krystallen ohne Endflächen vor, welche meist zu stengeligen Aggregaten verbunden sind, ersterer in Dolomit, letzterer in Talk- und Chloritschiefer eingewachsen. Zweitens die thonerdehaltigen Amphibole, welche außer Magnesia, Kalkerde und Eisenoxydul auch noch Eisenoxyd, Kali und Natron enthalten. Von diesen kommt die dunkelgrüne gemeine Hornblende in aufgewachsenen Krystallen, besonders aber eingesprengt als Gemengtheil vieler Gesteine, so der Syenite, Diorite und mancher Trachyte vor, während die schwarze basaltische Hornblende in rundum ausgebildeten Krystallen in basaltische Gesteine eingestreut vorkommt.

40. Augit (Pyroxen).

Die monoklinen Krystalle sind vorherrschend von einer Säule, deren Kantenwinkel nahezu 90° betragen und von den beiden verticalen Flächenpaaren gebildet; als polare Begrenzungselemente treten besonders häufig die Flächen der positiven Hemipyramide (Taf. 2, Fig. 44), des positiven Hemidomas sowie noch anderer hemipyramidaler Gestalten auf. Die Krystalle sind meist achtseitig oder rectangulär säulenförmig ausgebildet, ringsum entwickelt eingewachsen, seltener aufgewachsen; stengelige und körnige Aggregate sind nicht selten; recht frequent sind Zwillingsbildungen nach demselben Gesetz, wie beim Amphibol, die dann stark einspringende Winkel zeigen.

Die unvollkommene prismatische Spaltbarkeit läßt den Augit leicht vom Amphibol unterscheiden, was von Werth ist, da beide Mineralien, die sonst sehr ähnliche physikalische Kennzeichen besitzen, so sehr häufig als Gesteinsgemengtheile vorkommen. Härte und Gewicht, auch die Farbe ist dieselbe wie beim Amphibol; durchsichtige wasserhelle oder lichtgrün gefärbte Varietäten sind selten.

Die Augite bestehen aus kieselsaurer Kalkerde, verbunden mit kieselsaurer Magnesia oder Eisenoxydul, oder beiden zusammen, und auch hier hat man thonerdefreie von thonerdehaltigen Arten zu trennen. Vor dem Löthrohr sind die Augite, wie die Amphibole, schmelzbar, von Säuren werden sie nur unvollständig zerlegt. Als Varietäten sind namhaft zu machen: der blaßgrüne Diopsid, in meist breitstengeligen Individuen (fast eisenfrei) von Schwarzenstein in Tirol; der lauchgrüne Pyrgom, in prismatischen, scharfkantigen Krystallen vom Fassathal und Traversella in Piemont; der schwarze körnige Augit oder Kokkolith, in eckigkörnigen Massen von Arendal, und der gemeine Augit, der

eingesprengt in manchen Gesteinen als wesentlicher Gemengtheil vorkommt, theils, wie die basaltische Hornblende, in ringsum ausgebildeten Krystallen in Basalte und Laven eingestreut ist.

Die eisenreichen Abänderungen des Augits werden ebenso wie die entsprechenden Varietäten des Epidots und Amphibols, wenn sie in größerer Menge vorkommen, als Zuschlag beim Eisenschmelzen gebraucht.

Asbest und Amianth bilden feinfaserige oder haarförmige, oft verfilzte Massen, welche ihrer chemischen Constitution nach theils zur Hornblende, theils zum Augit zu rechnen sind. Sie können, mit Flachs gemischt, versponnen werden, und dienen zur Anfertigung der sog. unverbrennlichen Zeuge.

Der Hypersthen ist ein augitähnliches, aber wahrscheinlich rhombisches Mineral, welches sich besonders durch den metallisirend-perlmutterartigen Glanz auf der einen vollkommenen Spaltungsfläche auszeichnet. Es bildet mit Labradorit den Hypersthenfels, ein nicht seltenes Gestein. Der schöngefärbte Smaragdit, der mit rothem Granat den Eklogit, eine der prächtigsten Felsarten zusammensetzt, ist wahrscheinlich als ein Gemeng von Augit und Hornblende anzusehen.

41. Talk.

Sehr selten kommen sechsseitige Täfelchen vor, meist tritt das Mineral nur in derben, krummschaligen oder schuppigen und schieferigen bis fast dichten Massen auf. Es ist nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, in dünnen Blättchen biegsam, fettig anzufühlen, äußerst weich und besitzt das specifische Gewicht 2,7. Der Talk ist perlmutter- bis fettglänzend und lichtgrün gefärbt. Er ist ein wasserhaltiges Magnesiasilicat, welches meist einige Procente Eisenoxydul enthält. Vor dem Löthrohr blättert er sich auf, ist aber äußerst schwierig schmelzbar; von Säuren wird er nicht angegriffen.

Die Talkschiefer sind besonders in den Tiroler und Schweizer Alpen sehr verbreitet.

Der Steatit oder Speckstein ist eine dichte, in nierenförmigen oder knolligen Massen, sowie in Pseudomorphosen nach Quarz, Dolomit, Orthoklas und andern Mineralien auftretende Modification des Talks, mit dem er in physikalischer und chemischer Beziehung vollkommen übereinstimmt.

Er findet sich u. a. zu Göpfersgrün im Fichtelgebirge.

Der Talk, besonders aber der Speckstein, werden zu Maschinenschmieren und Schminken, der letztere aber auch zu allerlei gedrehten und geschnittenen Geräthschaften verarbeitet.

42. Serpentin.

Ein amorphes Mineral, welches nur in derben Massen oder auch in Pseudomorphosen, besonders nach Olivin, vorkommt. Der Serpentin besitzt glattmuscheligen Bruch, die Härte $3^1/_2$, das Gewicht 2,6, ist matt und fast undurchsichtig und zeigt schwefelgelbe (edler Serpentin) meist aber düstere grüne, braune und rothe Farben, oft auch verschieden geaderte und gefleckte Farbenzeichnungen.

In chemischer Beziehung steht er dem Talk sehr nahe, doch unterscheidet er sich von ihm durch einen viel höhern Wassergehalt; die schwierige Schmelzbarkeit hat er mit jenem gemein, dagegen wird sein Pulver von Säuren vollständig zersetzt.

Der Serpentin findet sich in mächtigen Stöcken zu Waldheim und Zöblitz in Sachsen, wo er zu allerlei Geräthschaften und Ornamenten verarbeitet wird.

6. Familie. Edelsteine.

Die Mineralien, welche in dieser Familie vereinigt sind, zeichnen sich insgesammt durch hohe Härte, lebhaften Glanz, Durchsichtigkeit und schöne Färbung aus, Eigenschaften, welche, in Verbindung mit der relativen Seltenheit ihres Vorkommens, ihren hohen Preis und ihre Verwendbarkeit zu Schmuckgegenständen erklären. Es ist jedoch zu beachten, daß diese Eigenschaften nicht in allen ihren Varietäten jene Eigenschaften gleich hohem Grade besitzen, daß vielmehr immer nur eine oder wenige Abarten als wirkliche Edelsteine geschätzt und angewendet werden.

43. Chrysolith (Olivin).

Der Chrysolith krystallisirt in rhombischen Formen von prismatischem Habitus, welche häufig durch das Vorherrschen des makrodiagonalen Flächenpaares tafelförmig erscheinen. Am häufigsten findet er sich in eingewachsenen Körnern oder körnigen Aggregaten, auch in losen Geröllen. Er hat muscheligen Bruch, hat das Gewicht 3,4, zeigt Glasglanz, olivengrüne oder mehr dunkelgrüne, in verwittertem Zustande bräunlichgelbe und braune Farben und ist meist durchsichtig. Er besteht aus einem Silicat von Magnesia und Eisenoxydul, ist nur in den eisenreichen Varietäten schmelzbar und wird von Schwefelsäure mit Leichtigkeit zersetzt.

Der schön grüne und durchsichtige Chrysolith findet sich in losen Krystallen und Geschieben besonders in Oberägypten, während der minder schön gefärbte Olivin in eingesprengten Körnern in allen Basalten verbreitet ist.

44. Idokras (Vesuvian).

Den tetragonalen Krystallen liegt die Combination von Prisma und Pyramide zu Grunde, zu welchen Gestalten sich aber in der Regel noch ein Dimetaprisma, die Basis, verschiedene Pyramiden erster und zweiter Richtung sowie mannichfache ditetragonale Pyramiden gesellen, wie denn die Zahl der beobachteten einfachen Gestalten und der Combinationen größer ist als bei irgendeinem andern tetragonalen Mineral. Die prismatisch, seltener pyramidal ausgebildeten Krystalle sind am häufigsten aufgewachsen, auch sind derbe, körnig aggregirte Massen nicht selten.

Der Idokras hat Quarzhärte, das Gewicht 3,4, zum Theil fettartigen Glasglanz und zeigt vorherrschend grüne und braune, seltener gelbe Farben.

Er besteht aus kieselsaurer Kalkerde und kieselsaurer Thonerde, meist mit etwas Magnesia, mehr oder weniger Eisenoxyd und etwas Wasser, er schmilzt leicht unter Aufschäumen und wird von Säuren leicht zersetzt.

Schöne Varietäten vom Vesuv, der Mussa-Alpe in Piemont, Achmatowsk im Ural, große Krystalle von Egg in Norwegen.

45. Granat.

Die tesseralen Krystalle zeigen als vorherrschende Formen das Rhombendodekaëder (Taf. 1, Fig. 7) und das Ikositetraëder (Taf. 1, Fig. 10), theils allein, theils in Combination (Taf. 1, Fig. 23) ausgebildet. Nicht selten ist ferner das Hexakisoctaëder frei (Taf. 1, Fig. 11) oder als Zuschärfung der Rhombendodekaëderkanten entwickelt. Zu den Ausnahmen gehören die Combination von Rhombendodekaëder mit Hexakisoctaëder und Octaëder (Taf. 1, Fig. 21). Die Krystalle sind sehr oft eingewachsen, aber auch zu Gruppen verbunden aufgewachsen; derbe körnige Aggregate, eingesprengte oder lose Körner sehr frequent.

Der Granat hat muscheligen Bruch, Quarzhärte, Glasglanz und verschiedene Pellucidität; das specifische Gewicht schwankt mit der chemischen Zusammensetzung zwischen 3,2 und 4,3. Die Färbungen sind sehr verschieden, nur blaue Farben kennt man nicht.

ie chemische Constitution variirt außerordentlich, man hat, von den seltenern Varietäten abgesehen, tsächlich Kalkthonsilikate, Eisenthonsilikate und Kalksilicate zu trennen. Die Granate sind leicht schmelz- und nach vorhergegangener Schmelzung von Säuvollständig zersetzbar.

en Färbungen nach unterscheidet man den seltenen ßen Granat von Tellemarken, den grünlichweißen spargelgrünen Grossular vom Wiluiflusse in irien, den smaragdgrünen, chromhaltigen Uwarovon Bissersk am Ural, den blutrothen Almandin edeln Granat, der sehr häufig als Gemengtheil Gesteinen oder in eingewachsenen Krystallen vormt, den honiggelben bis hyacinthrothen Hessonit oder eelstein von Ceylon und Piemont, den schmuzig , grün oder braun gefärbten gemeinen oder lomgranat, der besonders häufig körnige bis dichte regate bildet (Gegend von Schwarzenberg in Sachsen), lich den schwarzen Melanit vom Vesuv, vom erstuhl im Breisgau.

Dem Granat steht der schöne blutroth gefärbte Pyrop chemischer Beziehung sehr nahe, er findet sich in n Körnern zu Meronitz in Böhmen, in Serpentin gewachsen zu Zöblitz in Sachsen.

46. Turmalin.

Die hexagonal-rhomboedrischen Krystalle haben prisatischen Habitus, jedoch ist das Prisma erster Richng immer nur mit der Hälfte seiner Flächen als gonales Prisma, das Deuteroprisma dagegen vollchig ausgebildet. Als Endflächen treten besonders e Basis und das sehr flache Stammrhomboeder auf, denen sich dann noch andere steilere Rhomboeder die verschiedene Skalenoeder gesellen. Der Turmalin sehr häufig hemimorph ausgebildet, er zeigt also i ringsum entwickelten Krystallen an den zwei Polen Flächen verschiedener Formen; die Flächen des trinalen Prismas sind in der Regel sehr stark vertical streift, die Flächen der übrigen Gestalten dagegen lt und eben.

Die Krystalle sind sehr oft eingewachsen, seltener uppirt und aufgewachsen; parallel- oder radialstrahlige er stengelige Aggregate sind sehr häufig.

Die Härte ist etwas höher als die des Quarzes, s Gewicht ungefähr 3, der Glanz stark glasartig, e Farben sehr mannichfaltig; nicht gar selten zeigen ividuen doppelte Farben, so kennt man farblose ystalle mit schwarzer Kappe, oder grüne Krystalle t rothem Kern u. s. w. Der Turmalin ist ausgezeichnet larthermoelektrisch. Wenige Mineralien haben eine complicirte und wechselnde chemische Constitution, e der Turmalin; von aciden Bestandtheilen enthält neben der vorherrschenden Kieselsäure noch Borsäure, hosphorsäure und Fluor, von basischen Kali, Natron, thion, Kalkerde, Magnesia, Eisenoxydul und Manganydul, Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd. Da ese Bestandtheile nicht gleichzeitig in allen Turmalinen ftreten, so kann man hiernach eine Reihe von Varieten aufstellen. Die Schmelzbarkeit ist je nach der emischen Beschaffenheit verschieden.

Prachtvolle rothe Turmaline von Mursinsk am Ural, aue von der Insel Utön, wasserhelle und grüne von enig in Sachsen, letztere auch von Elba, braune von revali in Kärnten; der schwarze Turmalin oder chörl sehr häufig, besonders in Graniten.

47. Axinit.

Ein trikliniſches Mineral, dessen sehr unsymmetrische, ark schiefwinkelige Krystalle meist die Combination af. 2, Fig. 58 zeigen. Die Flächen sind oft parallel den Achsen gestreift, die Krystalle einzeln oder zu Gruppen verbunden aufgewachsen.

Das Mineral hat Quarzhärte, Gewicht 3,3, Glasglanz und meist nelkenbraune oder infolge von Chloritimprägnationen grünliche Färbung.

Auch der Axinit ist sehr complicirt zusammengesetzt und enthält Kieselsäure und Borsäure, verbunden mit Kalkerde, Thonerde, Eisen- und Manganoxyd. Er ist leicht schmelzbar und wird nach der Schmelzung von Salzsäure vollständig zersetzt.

Schöne Krystalle mit Bergkrystall von Bourg-d'Oisans in der Dauphiné und vom St.-Gotthard, schalige Aggregate von Thum in Sachsen.

48. Lasurstein.

Die dodekaedrischen Krystalle sind sehr selten, meist nur derbe, feinkörnige Aggregate. Das wenig glänzende, aber prachtvoll lasurblaue Mineral hat ungefähr Feldspathärte und das Gewicht 2,4.

Es besteht aus einem Silicat von Thonerde und Natron, verbunden mit schwefelsaurem Natron und etwas Schwefeleisen, also eine ganz abnorme Zusammensetzung.

In Kalkstein eingewachsen findet sich der Lasurstein am Baikalsee, in Tibet und China. Er liefert das natürliche Ultramarin, und war deshalb in früherer Zeit, ehe man die Fabrikation des künstlichen Ultramarin kannte, außerordentlich hoch geschätzt.

49. Topas.

Die Grundform der rhombischen Krystalle, und zugleich die vorwaltende Gestalt ist ein stumpfes Prisma, welches mit einem brachydiagonalen Prisma, einer oder mehrern Pyramiden der Haupt- und solchen der brachydiagonalen Nebenreihe, sowie mit brachydomatischen und den basischen Endflächen combinirt erscheint. Die Krystalle, in der Regel einzeln aufgewachsen, sind mitunter hemimorph ausgebildet; die prismatischen Flächen oft stark gestreift, seltener sind parallelstengelige Aggregate.

Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen basisch, die Härte 8, das Gewicht 3,6. Die glasglänzenden Krystalle sind durchsichtig, selten wasserhell, meist licht gefärbt. Der Topas besteht aus kieselsaurer Thonerde, verbunden mit Fluorsilicium und Fluoraluminium; er ist unschmelzbar, und gibt, mit Schwefelsäure anhaltend behandelt, die Reaction auf Fluor.

Wasserhelle oder lichtgrüne Krystalle von Mursinsk am Ural und Aduntschilon in Sibirien, weingelbe vom Schneckenstein im Voigtland, violblaue von Villarica in Brasilien, stengelige Aggregate (Pikait) von Altenberg im Erzgebirge.

50. Beryll (Smaragd).

Der Beryll krystallisirt hexagonal und zeigt am häufigsten die Combination der beiden Prismen mit der Basis oder mit Pyramide und Basis, nur selten sind die Krystalle infolge des Auftretens vieler Pyramiden complicirter gebaut. Die Krystalle, welche fast stets vertical gestreifte Prismaflächen besitzen, sind immer säulenförmig, eingewachsen, oder in Gruppen aufgewachsen oder zu stengeligen Aggregaten verbunden.

Die basische Spaltbarkeit ist recht deutlich, Härte fast 8, das Gewicht 2,7. Die glasglänzenden Krystalle sind durchsichtig bis durchscheinend, selten farblos, meist grün, blau oder gelb gefärbt.

Der Beryll enthält eine seltene Erde, die Beryllerde verbunden mit Kieselsäure und Thonerde, er ist schwer schmelzbar, von Säuren nicht zersetzbar.

Die edelste Varietät ist der prachtvoll gefärbte Smaragd, der meist in Glimmerschiefer eingewachsen im Salzburgischen, bei Katharinenburg im Ural

Muzo in Columbien vorkommt; dann der lichtgrün, lichtblau oder gelb gefärbte, durchsichtige edle Beryll von Katharinenburg und Miask am Ural, sowie vom Altai (hier in meterlangen Krystallen); endlich der trübe gemeine Beryll von Bodenmais in Baiern und von Grafton in Connecticut, an letzterm Orte in 20—30 Centner schweren Krystallen.

51. Chrysoberyll.

Die rhombischen Krystalle dieses seltenen Minerals sind in der Regel ziemlich complicirt; eine nicht seltene Form ist Taf. 2, Fig. 53, ein aus dieser Form gebildeter Durchkreuzungsdrilling, in Fig. 54 abgebildet. Die kurzsäulenförmigen oder dicktafelartigen Krystalle (oft mit verticaler Streifung auf dem makrodiagonalen Flächenpaar) sind einzeln eingewachsen, oft findet sich das Mineral auch in losen Geschieben.

Der Chrysoberyll ist härter als Topas, glasglänzend und olivengrün bis smaragdgrün, oft auch mehrfach gefärbt; er besteht aus kieselsaurer Beryllerde und ist weder schmelzbar noch in Säuren zersetzbar.

Krystalle von Katharinenburg am Ural und Haddam in Connecticut; Geschiebe von Ceylon.

52. Zirkon (Hyacinth).

Die tetragonalen Krystalle, theils kurzsäulenförmig, theils pyramidal ausgebildet, zeigen besonders die auf Taf. 1, Fig. 53—55 abgebildeten Combinationen von Protopyramide und Protoprisma, Protopyramide und Deuteroprisma, oder von diesen beiden Gestalten und einer ditetragonalen Pyramide. Auch complicirtere Combinationen, an denen besonders noch andere steilere Pyramiden auftreten, sind nicht selten. Die Krystalle sind ringsum entwickelt einzeln eingewachsen oder lose, in letzterm Falle oft zu Körnern abgerundet.

Der Zirkon besitzt kleinmuscheligen Bruch, Quarz- bis Topashärte, das Gewicht 4,6, diamantartigen Glasglanz, er ist durchsichtig bis durchscheinend und vorherrschend roth, gelb oder braun gefärbt. Er besteht aus kieselsaurer Zirkonerde (einer seltenen Substanz), ist unschmelzbar (er entfärbt sich beim Glühen) und wird von Säuren nicht angegriffen.

Die schön roth gefärbten, durchsichtigen Hyacinthe kommen zu Expailly in der Auvergne und auf Ceylon im aufgeschwemmten Lande vor, gelbe und braune Zirkone bilden einen Gemengtheil syenitartiger Gesteine von Brevig in Norwegen und von Miask am Ural.

53. Staurolith.

Die rhombischen Krystalle sind stets säulenförmig ausgebildet und zeigen die Combination von Prisma, Brachypinakoid und Basis. Sehr häufig sind Durchkreuzungszwillinge (Taf. 2, Fig. 38). Die Flächen sind oft, infolge einer beginnenden Zersetzung, rauh und eingedrückt, die Krystalle übrigens stets eingewachsen.

Der Staurolith hat mehr als Quarzhärte, das Gewicht 3,6; im frischen Zustand lebhaften Glasglanz und zeigt dunkle rothbraune bis schwarzbraune Farben, deshalb geringe Durchsichtigkeit. Er besteht aus einem Silicat der Thonerde und des Eisenoxyds, ist unschmelzbar und wird von Säuren nur theilweise zersetzt.

Die frischesten Krystalle von Airolo am St.-Gotthard; die von Guimper in der Bretagne sind meist oberflächlich zersetzt.

54. Andalusit.

Das rhombische Prisma, mit der Basis und einem Brachydoma die einzige bekannte Gestalt, steht dem tetragonalen außerordentlich nahe; [illegible] stets säulenförmig ausgebildet, [illegible] glattflächig, sehr oft oberflächlich [illegible] ja auch wol ganz in Glimmer [illegible]

Der Andalusit hat, im frischen [illegible] Quarzhärte, das Gewicht 3, schwach [illegible] perlgraue, lichtrothe, auch wol [illegible] Er ist ein reines, unschmelzbares [illegible] zersetzbares Thonerdesilicat.

In Glimmerschiefer eingewachsen [illegible] Lisens in Tirol und Limbach in [illegible] zu Bodenmais in Baiern.

Gleiche Zusammensetzung besitzt [illegible] anit), der aber in trikliniſchen säulenförmigen krystallisirt. Er ist ausgezeichnet durch [illegible] blaue Farbe und die sehr wechselnde [illegible] nach den Flächen zwischen der des [illegible] Quarzes schwankt. Die besten Krystalle [illegible] rolith parallel verwachsen, kommen [illegible] vor.

55. Korund.

Der Korund krystallisirt hexagonal, [illegible] Stamm- und Spaltungsgestalt ein Rh[illegible] in seinen Winkelabmessungen nur wenig [illegible] abweicht, doch tritt er meist in Kry[illegible] durch das Deuteroprisma oder eine [illegible] pyramide, in Verbindung mit der Basis. [illegible] Eingewachsene oder lose Krystalle und [illegible] lisirte oder körnige Massen.

Die Spaltbarkeit ist meist nach [illegible] Rhomboëders gleich vollkommen, die [illegible] basische Spaltungsfläche ist oft durch [illegible] Zwillingsbildung gestreift. Härte = [illegible] dem Diamant der härteste Körper, [illegible]

Es sind bei diesem Mineral, [illegible] Thonerde besteht, folgende Varietäten [illegible]

a) Rubin und Saphir, ersterer [illegible] gefärbt; beide stark glänzende, durch [illegible] und Körner bildend. Auf Ceylon [illegible] aufgeschwemmtem Land, zu Niederm[illegible] am Rhein in Basalt eingewachsen.

b) Gemeiner Korund, in größ[illegible] meist blaß blau gefärbten Krystallen [illegible] sirten Massen auf Ceylon, in China [illegible] Piemont.

c) Smirgel, in feinkörnigen, oft [illegible] durchwachsenen Massen von der Insel [illegible] Ochsenkopf bei Schwarzenberg im Erz[illegible]

Der gemeine Korund wird zu Zapfen-Räder von Uhren und feinen Instrumenten als Schleif- und Polirmittel benutzt.

56. Spinell.

Die gewöhnliche Gestalt des tesseralen [illegible] das Octaëder, seltener die Combination [illegible] und Rhombendodekaëder (Taf. 1, Fig. [illegible] kommen octaëdrische Zwillinge (Taf. 1 [illegible] Die glattflächigen Krystalle sind [illegible] finden sich, oft zu Körnern abgerundet, [illegible] ten Land.

Die octaëdrische Spaltbarkeit ist nicht [illegible] die Härte 8, das Gewicht 3,5—3,8. [illegible] lebhaft glasartig, die häufig sehr [illegible] stalle zeigen vorherrschend rothe, [illegible] Farben.

Der Spinell ist ein Magnesia-Al[illegible] in den schwarzen Abänderungen [illegible] der Magnesia durch Eisenoxydul [illegible] schmelzbar und in Säuren unver[illegible]

rothe oder edle Spinell (auch Rubis balais) kommt in losen Krystallen oder Körnern auf und in Pegu in Hinterindien vor; von dem mit dem er häufig verwechselt wird, unterscheidet urch seine nicht so tief karminrothe, mehr bräun- rbung. Der blaue Spinell oder Saphirin findet körnigem Kalk von Aker in Schweden, sowie ıchyt vom Laacher See, der schwarze Spinell auch Pleonast oder Ceylanit genannt, kommt rs im Syenit vom Monzoniberg in Südtirol, vulkanischen Tuffen des Vesuvs und im auf- mmten Lande an der Iserwiese im Riesenge- sowie auf Ceylon vor.

Klasse. Schwere Metalle und ihre Verbindungen.

1. Familie. Eisen.

57. Gediegen Eisen.

massenhaft auch das Eisen in Verbindungen ver- ist, so ist doch sein Vorkommen in metallischem de in dem Erdinnern noch nicht mit Sicherheit ellt; dagegen finden sich Massen, oft aus reinem bestehend und von bedeutendem Gewicht, auf doberfläche, die aber nicht irdischen sondern kos- n Ursprungs sind, d. h. die auf ihrer planetari- Bahn durch den Weltraum in den Bereich der ungskraft der Erde gekommen und auf ihr nieder- en sind.

ese Meteoreisenmassen zeigen ganz die physikalischen ıschaften des künstlich dargestellten Eisens; sie be- dessen tesserale Krystallform, die sich aber meist urch ein eigenthümlich maschiges Gefüge zu er- n gibt, welches beim Aetzen mit Salpetersäure Vorschein kommt, und die sog. Widmannstätten'- Figuren (Taf. 3, Fig. 19) liefert; sie besitzen hakigen Bruch, seine Geschmeidigkeit, seine Härte sein Gewicht 7,8 (letzteres sinkt aber infolge Beimengungen chemischer oder mechanischer Natur, auf 6,6). Das Meteoreisen hat lichtstahlgraue , es ist magnetisch, unschmelzbar vor dem Löth- in Säuren leicht löslich. Es bildet meist un- mäßig geformte Klumpen, die mit einer dünnen, ırzen Rinde, ein Zeichen der hohen Temperatur, e sie beim schnellen Fall durch die Atmosphäre gt hatten, oder nach längerm Liegen an feuchter mit einer dicken braunen Verwitterungskruste ben sind.

a chemischer Beziehung zeichnet sich das Meteor- durch den nie fehlenden Gehalt an Nickel, der u 10 Proc. steigen kann, aus. Außerdem enthalten viele derartige Massen auch nichtmetallische Ver- ungen, unter ihnen den Olivin besonders häufig, mechanische Beimengungen, und sie nähern sich n den steinartigen Körpern desselben Ursprungs, Meteorsteinen, welche vorherrschend aus Augit Anorthit bestehen und theils eisenhaltig, theils frei sind.

ls Meteoreisenmassen von besonders großen Di- sionen verdienen aufgeführt zu werden: das Meteor- n von Elbogen in Böhmen (191 Pfd.), das von lässgen in Brandenburg (200 Pfd.), das von Ata- a (300 Pfd.), das von Krasnojarsk in Sibirien 00 Pfd.), das von Villa Nueva in Mexico (mehrere ke von 2—3000 Pfd.), endlich das von Olumba Peru (300 Ctr.).

Meteorsteine theils mit, theils ohne Eisen, sind u. a. folgenden Orten und Tagen gefallen: Blansko in hren (25. Nov. 1833), Montréjau in Frankreich (9. Dec. 1858), Alais in Frankreich (15. Mai 1806), Stannern in Mähren (22. Mai 1808), Juvenas in Frankreich (13. Juni 1821), Debreczin in Ungarn (15. April 1857).

58. Magneteisen.

Das Magneteisen krystallisirt tesseral, in den Formen des Octaëders, des Rhombendodekaëders und der Com- bination dieser beiden Gestalten, oder in octaëdrischen Zwillingen. Die Flächen des Dodekaëders sind häufig diagonal gestreift, die Krystalle übrigens oft ringsum ausgebildet und eingewachsen oder auch gruppirt auf- gewachsen, am häufigsten sind aber derbe, grob- bis feinkörnige oder dichte Massen.

Das Magneteisen besitzt Feldspathärte, ist fünfmal schwerer als Wasser, es hat auf Krystallflächen Metall- glanz, auf den kleinmuscheligen Bruchflächen pechartig metallischen Glanz, eisenschwarze Farbe und gleichen Strich, und ist besonders durch seine stark magnetischen Eigenschaften (es bildet manchmal natürliche, mit po- larischem Magnetismus versehene Magnete) ausge- zeichnet.

Es ist Eisenoxydoxydul mit ca. 72 Proc. Eisengehalt, ist nur schwierig schmelzbar und löst sich langsam in Säuren.

Dieses Erz kommt in Schweden (Dannemora) und am Ural (Blagodat) in großen, massiven Lagern und Stöcken vor, ferner bildet es, gemengt mit andern Mineralien, Lager und Gänge in der Gegend von Schwarzenberg und Berggießhübel in Sachsen, bei Traversella in Piemont und Dognaczka im Banat; an eingewachsenen Krystallen sind besonders die Chlorit- schiefer und Talkschiefer der Alpen reich.

Das Magneteisen ist einmal seines hohen Eisenge- halts und sodann der großen Reinheit des aus ihm dargestellten Eisens wegen ein sehr geschätztes Eisen- erz; es wird besonders zur Darstellung feinerer Eisen- sorten, des Stahls und des Stabeisens benutzt.

Das schwedische Eisen verdankt ihm hauptsächlich seinen Ruf.

Das Chromeisenerz, welches für die Darstellung der Chromverbindungen von Wichtigkeit ist, besitzt die- selben krystallographischen und physikalischen Eigen- schaften wie das Magneteisen, nur ist es etwas leichter, hat unvollkommenern Metallglanz und braunen Strich. Es enthält an Stelle des Eisenoxyds Chromoxyd und findet sich in Schlesien sowie am Ural.

59. Glanzeisenerz und Rotheisenerz.

Das Glanzeisenerz krystallisirt in rhomboëdrischen Formen, welche mit denen des Korunds die größte Uebereinstimmung zeigen; auch die Krystallreihe die- ses Minerals ist durch das Vorkommen von Deutero- pyramiden ausgezeichnet, die aber seltener allein, häufiger in Combination mit Rhomboëdern ausgebildet sind. Linsenförmige Krystalle entstehen nicht selten, wenn die Basis und ein flaches Rhomboëder der ersten Rich- tung, welche Flächen in der Regel horizontal gestreift sind, mit dem Stammrhomboëder combinirt sind, auch kennt man dünntafelartige Krysta lle, an denen Rhom- boëderflächen nur ganz untergeordnet auftreten. Die Krystalle sind aufgewachsen, mitunter zu rosettenartigen Gruppen (Eisenrosen) verbunden, die dünntafelartigen zu schuppigen, feinblätterigen Massen aggregirt, auch sind strahlige oder schalige Partien nicht selten.

Das Glanzeisenerz besitzt muscheligen Bruch, Feld- spathärte, das specifische Gewicht 5,2, Metallglanz, in den dünnsten Lamellen rothe Durchscheinenheit, eisen- schwarze Farbe und kirschrothen Strich. Es besteht aus reinem Eisenoxyd, ist vor dem Löthrohr unschmelz- bar, in Säuren löslich.

Die schönsten Glanzeisenerzkrystalle kennt man vom St.-Gotthard, vom Pfitschthal in Tirol, von der Insel Elba, von Altenberg in Sachsen, das schuppige Glanzeisenerz, der Eisenglimmer, kommt theils auf Eisenerzlagerstätten, theils als Gemengtheil von Gesteinen (in denen er den Glimmer vertritt) vor, so im Granit des Fichtelgebirgs und im Glimmerschiefer (Itabirit) von Brasilien, das strahlige Glanzeisenerz endlich im Siegenschen.

Das Rotheisenerz ist ebenfalls reines Eisenoxyd; es ist aber nicht krystallisirt, sondern nur krystallinisch, und unterscheidet sich vom Glanzeisenerz durch seine geringere Härte (3—5), das geringere Gewicht von 4,5—4,9, den unvollkommenen, meist sehr matten Metallglanz, die dunkelrothe, selten stahlgraue Farbe und den blutrothen Strich. Es findet sich in kugel- oder nierenförmigen oder traubigen Gestalten mit glatter Oberfläche und radialstengeligem oder faserigem Gefüge als rother Glaskopf oder Blutstein (Taf. 3, Fig. 13), oder in derben Massen von flachmuscheligem bis ebenem Bruch und dichter Beschaffenheit; schuppige und schaumige Partien, der sog. Eisenrahm, oder erdige und zerreibliche Oker finden sich mitunter auf den Klüften und Absonderungsflächen des derben Rotheisensteins.

Das Rotheisenerz bildet, fast stets mit Quarz und Hornstein verbunden, Gänge und Lager in den ältern Gebirgsformationen, so am Harz, im obern Erzgebirge, in Westfalen, in Nassau u. s. w., und es ist an allen diesen Orten Gegenstand bergmännischer Gewinnung, da es als ein reines Eisenerz von hohem Gehalt (bis zu 70 Proc.) sehr geschätzt ist. Langfaserige Partien von großer Härte (Blutstein) werden zum Poliren von Gold- und Silberwaaren benutzt.

Der Rotheisenstein ist häufig durch Kieselsäure, Thon oder Kalk verunreinigt, aber auch diese unreinen Arten werden, wenn es der Metallgehalt nur irgend gestattet, auf Eisen verschmolzen.

Mit dem Glanzeisenerz krystallographisch und physikalisch auf das innigste verwandt ist das Titaneisenerz, welches neben Eisenoxyd Titanoxyd in so wechselnden Mengen enthält, daß eine scharfe chemische und physiographische Trennung beider Körper nicht durchführbar ist. Am besten kann man sie noch durch den Strich unterscheiden, der beim eigentlichen Titaneisenerz (mit ca. 50 Proc. Titanoxyd) schwarz ist.

60. Brauneisenerz.

Die Art des Vorkommens dieses Erzes ist vollständig der des Rotheisenerzes analog; auch das Brauneisenerz kennt man nur im krystallinischen, glaskopfartigen oder derben, dichten Zustand. Härte = 4, Gewicht 3,4—4,2, je nach der Reinheit; die faserigen oder flachmuscheligen Bruchflächen sind schwach glas- oder seidenglänzend bis matt, das Mineral ist schwarzbraun bis ockergelb gefärbt, der Strich ist gelblichbraun.

Das Brauneisenerz ist ein Eisenoxydhydrat mit ungefähr 60 Proc. Eisen. Es ist schwer schmelzbar, in Säuren löslich.

Man unterscheidet auch hier die Varietäten des faserigen Brauneisenerzes (brauner Glaskopf), des dichten Brauneisensteins und des Brauneisenockers, welche meist zusammen vorkommen und Gänge und Stöcke in verschiedenen Formationen bilden, so am Harz, am Thüringer Wald, im Siegenschen, in der Oberpfalz, in Steiermark, Kärnten u. s. w.

Das Brauneisenerz ist sehr häufig aus der Zersetzung anderer Eisenerze hervorgegangen, so besonders des Spateisensteins und des Eisenkieses, und man findet es deshalb oft nur am Ausgehenden der Lagerstätten, während in der Tiefe jene Erze vorherrschen.

Daß man auch kieselige, thonige Erze finden wird, ist leicht begreiflich.

Das Brauneisenerz wird häufig verschmolzen.

Eine unreine Abart des [illegible] Ursprungs ist der Raseneisenerz den Boden von Seen oder in [illegible] als Absatz eisenhaltiger Quellen [illegible] Phosphorsäure in variabler Menge organische Zersetzungsproducte, mit Quarzsand, und ist besonders [illegible] mäßigen Löcher und Höhlungen, charakterisirt.

Er findet sich in großen Massen in der norddeutschen und russischen [illegible] überall gewonnen und auf Gußeisen [illegible]

61. Eisenspat (Spateisenstein, Siderit).

Der Eisenspat krystallisirt rhomboëdrisch Kalkspat, mit welchem er isomorph ist, rhomboëder ist die vorherrschende Form erste stumpfere Rhomboëder und [illegible] Spaltbarkeit ist, wie bei allen, dem [illegible] Mineralien, vollkommen rhomboëdrisch mitunter mit sattelförmig gebogenen oder durcheinandergewachsen, seltener häufigsten bildet aber der Eisenspat [illegible] sirte, körnige oder dichte Massen, [illegible] förmige Partien von radialfaseriger

Das Mineral besitzt Flußspathhärte 3,6—3,9, Glasglanz, der in Perlglanz übergeht, erbsengelbe, isabellgelbe Farbe und geringe Durchsichtigkeit

Der Eisenspat besteht aus kohlensaurem mit circa 40 Proc. Eisen, doch ist [illegible] Eisenoxyduls durch Magnesia oder [illegible] treten, wodurch natürlich der Eisengehalt wird. Von Säuren wird das Mineral gelöst. Der Eisenspat besitzt eine starke Abgabe von Kohlensäure und Sauerstoff und Wasser in Eisenoxydhydrat umzuwandeln, daher so häufig die [illegible] bung.

Der krystallisirte und krystallinische eisenstein) bildet in ältern Formationen Gänge und Stöcke, so im Voigtländer wald, im Nassauischen, im Siegen bei Müsen) und in Steiermark. [illegible] trefflich zur Stahlbereitung. Die [illegible] Gefüge versehenen Partien des [illegible] sich nie in größern Massen, sondern doleritischer Gesteine, so in der Gegend Main.

Ein sehr wichtiges Erz ist der [illegible] oder Thoneisenstein, ein mit kieselig auch mit kohligen Bestandtheilen [illegible] stein. Er bildet entweder zusammenhängende lagerförmig angeordnete Nieren und ben, vorwiegend in der Formation und der Steinkohle. Es ist besonders vorkommen mit Kohle, so in den [illegible] westfälischen und saarbrücker Becken eisensteine so werthvoll und trotz [illegible] Eisengehaltes von circa 32 Proc.

62. Magneteisen

Das Mineral kommt in begrenzten nach der Basis vollkommen spaltbar aber in derben, blätterigen oder [illegible]

flußspathärte, das Gewicht 4,5, Metallglanz,
e, auf der Oberfläche meist tombackbraune Farbe
rzen Strich und ist retractorisch magnetisch.
Schwefeleisen mit ungefähr 60 Proc. Eisen,
der innern Löthrohrflamme leicht zu einer
en Kugel und wird von Säuren unter Ent-
von Schwefelwasserstoffgas gelöst.
agnetkies kommt besonders auf Erzlagerstätten,
denmais in Baiern, Kupferberg in Schlesien,
g und Modum in Norwegen, sowie in Meteor-
d Meteoreisenmassen vor.
lagnetkies von Modum wird seines Nickelge-
gen mit andern Erzen zur Nickelfabrikation,
orkommnisse dieses Minerals dagegen zur Dar-
on Eisenvitriol verwendet.

63. Eisenkies (Schwefelkies).

prächtige und weitverbreitete Mineral krystalli-
l mit pentagonal-dodekaedrischem Formentypus.
ufigsten Formen sind Hexaeder, Octaeder,
dodekaeder und Dyakisdodekaeder (Taf. 1,
und 30), sowie die Combinationen dieser Ge-
on denen ein paar in Fig. 33 und 34 abge-
d. Auch kommen Zwillingskrystalle des Pen-
ekaeders mit parallelen Achsensystemen vor (Taf.
5). Die Hexaederflächen sind sehr oft durch unter-
auftretende Pentagonaldodekaederflächen ge-
ie Flächen aller übrigen Krystallformen sind glatt.
Mineral hat muscheligen Bruch, Feldspathärte,
5, sehr starken Metallglanz, speisgelbe bis gold-
farbe (auf der Oberfläche dagegen manchmal
Anlauffarben) und grünlichschwarzen Strich.
Eisenkies ist ein Schwefeleisen mit 47 Proc. Eisen;
ilt mitunter kleine Mengen von Silber oder noch
Quantitäten von Gold, die aber doch häufig
cheidung lohnen. Vor dem Löthrohr schmilzt er
twickelung von schwefliger Säure, von Salpeter-
ird er unter Schwefelabscheidung gelöst.
Schwefelkieskrystalle sind häufig einzeln oder zu
n Gruppen verbunden, eingewachsen, noch öfter
ern Mineralien aufgewachsen, wobei sie nicht
u zelligen, traubigen oder baumförmigen Par-
geordnet sind (Taf. 3, Fig. 7); hauptsächlich
tt das Mineral in derben Massen von strahliger,
bis dichter Structur auf.
Hauptfundorte des Schwefelkieses sind die Erz-
tten, wie er denn nicht selten allein ganze Gänge
ferner findet man ihn in mergeligen und tho-
esteinen, sowie in Braun- und Steinkohlen, zu
reiwilliger Entzündung er infolge seiner leichten
arkeit nicht selten Anlaß gibt.
Eisenkies wurde früher zur Darstellung von
el, jetzt aber besonders zur Fabrikation von
elsäure benutzt, indem man schweflige Säure
östung aus ihm entwickelt, welche dann durch
eitern Proceß in Schwefelsäure übergeführt wird.

64. Strahlkies.

es Mineral ist eine rhombisch krystallisirende, also
he Modification derselben Verbindung, wie der
s. Die sehr flachprismatischen Krystalle sind in
zel zu speerartigen Drillingen verwachsen, daher
as Mineral auch Speerkies genannt hat; in der
ommt der Strahlkies aber in knolligen oder trau-
Partien von strahligem Gefüge vor. Er unter-
sich vom Eisenkies besonders durch die mehr
h-speisgelbe Farbe und den rein grünschwarzen
, sowie durch seine viel größere Neigung zum
ttern oder Vitrioleſciren.
kommen und Benutzung wie beim Eisenkies.

65. Arsenkies.

Die rhombischen kurzsäulenförmigen Krystalle zeigen als Endflächen ein sehr flaches Brachydoma, welches in der Regel horizontal gestreift erscheint. Durchkreuzungszwillinge, welche eine makrodomatische Fläche als Zwillingsebene besitzen, sind sehr häufig. Die Krystalle sind einzeln ein- oder zu Drusen verbunden aufgewachsen; stengelige und strahlige Partien oder derbe Massen von körniger bis dichter Structur.

Die Spaltbarkeit ist deutlich prismatisch, die Härte 6, das Gewicht 6,2, der Glanz nur an frischen Stücken lebhaft metallisch, die Farbe zinnweiß, durch Anlaufen leicht grau werdend, der Strich schwarz; beim Zerschlagen ist ein knoblauchartiger Geruch wahrzunehmen.

Der Arsenkies ist eine Verbindung von Schwefeleisen mit Arseneisen (43 Proc. Arsen), doch enthält er nicht selten mehrere Procent Kobalt (Kobaltarsenkies, zeichnet sich durch röthlich-silberweiße Farbe aus). Auf Kohle erhitzt, erzeugt er unter Entwickelung von starkem Knoblauchgeruch einen weißen, flüchtigen Beschlag und schmilzt, Salpetersäure löst ihn unter Abscheidung von Schwefel und arseniger Säure.

Der Arsenkies ist ein auf Erzlagerstätten sehr weit verbreitetes Mineral, auch kommt er eingesprengt in Gebirgsarten vor. Er dient zur Darstellung der verschiedenen Arsenfabrikate (als Giftmehl, Fliegenstein, Arsenglas).

Als Zersetzungsproduct schwefeleisenhaltiger Kiese findet man nicht selten, in trauben- oder nierenförmigen Partien oder in Efflorescenzen, den Eisenvitriol, das wasserhaltige schwefelsaure Eisenoxydul. Seine grasgrüne Farbe, geringe Härte, die leichte Löslichkeit in Wasser und der tintenartig herbe Geschmack machen ihn leicht kenntlich; infolge seiner Löslichkeit geht er oft in die Grubenwasser über, die man, falls sie gesättigt genug sind, auf Vitriol verarbeiten kann; läßt man solche Vitriolwasser mit Bächen sich vermischen, so richten sie durch das Ertödten aller Organismen in diesen großen Schaden an.

Aehnliche Zersetzungsproducte sind auch die Eisensinter, welche in der Hauptsache aus wasserhaltigem, arsensaurem oder phosphorsaurem Eisenoxyd bestehen. Harzartiger Glanz, braune Farbe und amorphe, glasige Structur kennzeichnen sie.

2. Familie. Mangan.

Das Mangan kommt nie in gediegenem, sondern nur in vererztem Zustande vor. Es zeichnet sich durch die große Zahl von Verbindungen aus, welche es mit Sauerstoff bildet, von denen besonders eine, das Mangansuperoxyd, in der Natur vorkommt und dadurch von Wichtigkeit ist, daß sie sehr leicht einen Theil ihres Sauerstoffs abgibt und deshalb zur Darstellung von Sauerstoffgas und auf indirectem Wege, indem man sie mit Chlornatrium und Schwefelsäure erhitzt, zur Entwickelung von Chlorgas benutzt werden kann.

Außerdem aber werden die Manganerze, die äußerst häufig mit Eisenerzen zusammen auftreten, mit diesen verschmolzen; das dabei erhaltene Spiegeleisen eignet sich besonders zur Darstellung von Stahl. Endlich aber übt das Mangan, den Glasflüssen zugesetzt, eine entfärbende Wirkung aus.

Das wichtigste Manganerz ist der

66. Pyrolusit.

Der Pyrolusit ist kein ursprüngliches Mineral, sondern ein Umwandlungsproduct aus zwei andern Manganerzen, dem Manganit und Polianit. Echte Krystalle gibt es daher nicht, vielmehr nur Pseudomorphosen

nach diesen Mineralien; am häufigsten finden sich strahlige oder radialfaserige Partien, oder dichte und erdige Massen. Er ist sehr weich, daher abfärbend, halbmetallisch bis seidenartig glänzend, stahlgrau bis licht eisenschwarz, hat tiefschwarzen Strich und das Gewicht 4,7—5.

Er ist Mangansuperoxyd mit 37 Proc. Sauerstoff, von welchem er beim Glühen den dritten Theil verliert. Er ist, wie alle Manganerze, unschmelzbar und löst sich in Salzsäure unter lebhafter Chlorentwickelung.

Am Thüringerwald und am Harz bildet er mit andern Manganerzen Gänge im Melaphyr und rothen Porphyr, im Nassauischen Nester in Dolomit, außerdem kommt er auf den meisten Eisenerzlagerstätten vor, so im Erzgebirge, in Thüringen, Nassau u. s. w.

67. Polianit.

Der Polianit krystallisirt in rhombischen, kurzsäulenförmigen Krystallen, die meist vertical gestreift und an ihren Enden zerfasert erscheinen.

Er hat mit dem Pyrolusit, mit dem er chemisch identisch ist, und in den er sich, wie oben bemerkt, leicht umsetzt, die größte Aehnlichkeit; er unterscheidet sich von ihm hauptsächlich durch seine hohe Härte, welche im völlig frischen Zustande die des Quarzes erreicht.

68. Manganit.

Die rhombischen Krystalle sind kurzsäulenförmig ausgebildet und zeigen in der Regel sehr complicirte Combinationen mehrerer Säulen und vieler Pyramiden, auch sind kniesörmige Zwillingskrystalle nicht selten. Die Krystalle sind oft vertical gestreift, zu Bündeln vereinigt; faserige und stengelige Aggregate wie beim Pyrolusit.

Der Manganit ist nach dem Brachypinakoid vollkommen spaltbar, hat Flußspathärte, Gewicht 4,3, stahlgraue bis eisenschwarze Farbe und braunen Strich. Er ist Manganoxydhydrat, besitzt aber große Neigung, seinen Wassergehalt gegen Sauerstoff auszutauschen, sich also in Pyrolusit umzuwandeln, bei welchem Vorgang das Gewicht höher, die Härte geringer und der Strich dunkler wird.

Er findet sich besonders auf den Manganerzgängen des Harzes und Thüringerwaldes.

Ein paar seltenere Mineralien, die mit den vorigen zusammen vorkommen, sind der Braunit (Manganoxyd) und der Hausmannit (Manganoxyd-Oxydul). Beide krystallisiren in tetragonalen Pyramiden (die des erstern sind sehr octaëderähnlich, die des andern spitzer) und unterscheiden sich voneinander hauptsächlich durch den Strich, der beim Braunit schwarz, beim Hausmannit kastanienbraun ist.

Der Psilomelan oder Hartmanganerz (wasserhaltiges Mangansuperoxyd mit Baryterde, Kali und Manganoxydul in sehr wechselnden Verhältnissen) ist ein amorphes, in glaskopfartigen Massen von flachmuscheligem Bruch auftretendes Mineral; es hat Feldspathärte, sehr schwachen metallischen Glanz, bläulichschwarze Farbe und schwarzen, stärker glänzenden Strich.

Der Psilomelan kommt auf Manganerzlagerstätten häufig vor, findet aber nur selten Verwendung zu technischen Zwecken.

69. Manganspat.

Krystallform und Spaltbarkeit rhomboëdrisch, wie die des Kalkspats, Eisenspats u. s. w.

Die zu Drusen verbundenen Krystalle sind aufgewachsen und zeichnen sich besonders durch ihre rosenrothe bis himbeerrothe Farbe aus. Der Manganspat besteht aus kohlensaurem Manganoxydul und verhält sich chemisch wie Eisenspat.

Ein auf Blei- und Silbererz… Mineral, so besonders bei Freiber…

3. Familie. Kobalt …

Beide Metalle kommen nie als … in vererztem Zustande, und zwar … Schwefel verbunden, vor. Ihre … hin, daß sie den alten Bergleuten … keinen Nutzen zu ziehen wußten, … mene Erscheinungen waren, doch … dem 16. Jahrhundert aus den … geschätzte blaue Farbe, Smalte … erst in neuester Zeit angefangen … in größern Mengen darzustellen. … der Schweiz werden aus ihm Scheide…

70. Speiskobalt und …

Diese beiden Mineralien sind … ander so ähnlich, daß sie nicht … trennen sind. Sie krystallisiren … in der Form des Kuboctaeders … in der Combination des Hexaeders … kaeders (Taf. 1, Fig. 17). Die … oft convex, die Krystalle zu Gru… einigt oder eingesprengt, und … tung einer Achse in die Länge … findet man gestrickte oder derbe … oder dichter Structur.

Die Mineralien haben Apatit-… Gewicht 6,4—7,3, Metallglanz, … stahlgraue Farbe (daher weißer … kobalt) und schwarzen Strich.

Der reine Speiskobalt würde … der reine Chloanthit aus Einfach… doch finden sich stets beide Metalle … daher läßt sich, da es nur auf ein… ankommt, nicht einmal auf einfache… sondern nur auf genaue quantitative… eine Trennung dieser Körper … Kohle unter Arsengeruch leicht … säure unter Abscheidung von arse…

Auf Gängen im obern Erzgebir… gend von Schneeberg, zu Riechelsd…

Das einzige praktische Hülfsmittel … dieser Körper gibt ihre leichte Zerset… sie bedecken sich dann mit Ueberzü… wasserhaltigen arsensauren Oxyden … herrschendem Kobaltgehalt rothe, … Farbe besitzen.

Der erstere dieser Beschläge, … kommt auch in Druſenräumen in … perlmutterglänzenden, spießigen und … pirten Krystallen vor.

71. Rothnickelk…

Die kleinen hexagonalen Krystall… meist kommt das Mineral nur … vor. Es hat Härte 5½, Gewicht … Bruch lebhaften Metallglanz und … und schwarzen Strich.

Der Rothnickelkies besteht aus … ist oft ein Theil des Arsens durch … auch etwas Kobalt vorhanden. Ch… ähnlich wie der Chloanthit.

Dieses sehr wichtige Nickelerz … Schneeberg, Freiberg und Joachim… im Mansfeldischen sowie zu Riechel…

72. Glanzkobalt

Der Glanzkobalt krystallisirt …

Formen wie der Eisenkies, also pentagonaldode:
ch. Die Krystalle sind meist scharfkantig ringsum
bildet, auch finden sich derbe und eingesprengte
n. Die hexaedrische Spaltbarkeit ist vollkommen
k, die Härte 5½, das Gewicht 6, der Glanz ist
metallisch, die Farbe röthlich-silberweiß, der Strich
rz.
r Glanzkobalt besteht aus Zweifach-Schwefelkobalt
einfach-Arsenkobalt mit 36 Proc. Kobalt (häufig et-
Nickel). Die Reactionen sind identisch mit denen des
Kobalts, doch scheidet er bei der Auflösung auch
efel ab.
naberg in Schweden und Skutterud in Norwegen
die Hauptfundorte.

73. Kobaltkies.

e tesseralen, fast stets octaedrischen Krystalle sind
eingesprengt, seltener aufgewachsen; häufig derbe
en. Er hat dieselbe Härte und Farbe wie der
ltglanz, ist aber leichter als dieser (Gewicht = 5).
steht aus Schwefel und Kobalt, mit 58 Proc. Ko-
doch ist auch hier ein oft beträchtlicher Antheil des
lts durch Nickel (bis 42 Proc.) vertreten. Er gibt
dem Löthrohr schweflige Säure und schmilzt im Re-
ionsfeuer, in Salpetersäure ist er unter Schwefel-
heidung löslich.
Müsen im Rheinland und Riddarhytta in Schweden.

4. Familie. Zink.

74. Zinkblende.

Die Krystallform ist tesseral, und zwar hemiedrisch
vorwaltend rhombendodekaedrischem Habitus, sodaß
hemiedrischen Gestalten, Tetraeder und Trigondode-
der, nur untergeordnet auftreten, doch sind auch
aedrische oder scheinbar octaedrische, durch die Com-
ation der beiden Tetraeder entstandene Krystalle
chaus nicht selten. Die beiden Tetraeder, die oft
chmäßig auftreten, sind stets leicht dadurch vonein-
der zu unterscheiden, daß die Flächen des einen glatt,
des andern aber rauh und drusig erscheinen.
Sehr häufig sind Zwillingskrystalle nach dem Gesetz:
illingsachse senkrecht auf einer Tetraederfläche; wenn
ekaedrische Krystalle in dieser Weise ausgebildet sind,
erkennt man die Verwachsung, da einspringende Win-
fehlen, daran, daß sechs Flächen des Rhombendode-
ders zu Trapezen geworden sind. Die Zinkblende
mmt außer in aufgewachsenen Krystallen auch in der-
krystallinischen Massen von grob- oder feinkörnigem,
ener feinfaserigem Gefüge vor.
Höchst vollkommen ist die dodekaedrische Spaltbarkeit;
Zinkblende steht darin einzig da. Das Mineral
Flußspathärte, Gewicht = 4, starken Diamantglanz,
n Theil Durchsichtigkeit und sehr verschiedene gelbgrüne,
he, braune und schwarze Farben, in den dunklern
rietäten gelben bis braunen Strich.
Die reine Zinkblende besteht aus Schwefelzink mit
Proc. Zink, doch sind stets größere oder kleinere An-
ile des Zinks durch Eisen vertreten. Sie schmilzt nur
r schwierig und ist in Salpetersäure unter Schwefel-
scheidung löslich.
Schön krystallisirte gelbe und grüne Blende von Schem-
z und Kapnik in Ungarn, Picos in Spanien, rothe
n Freiberg, braune vom Harz und aus den Pyre-
en, schwarze Blende von Freiberg, Zellerfeld am
arz u. s. w.
Krystallinische Blende bildet oft allein mächtige Gänge
d Lager, so am Wettersee in Schweden, in Spanien,
üdfrankreich.
In neuerer Zeit dient die Blende zur Zinkdar-
ellung.

75. Zinkspat.

Auch dieses Mineral gehört zu der Zahl der mit dem Kalkspat isomorphen Körper, doch sind die Krystalle stets klein und überhaupt selten, meist kommt der Zinkspat in nierenförmigen und traubigen Massen von faseriger Structur oder in feinkörnigen bis dichten Aggregaten vor. Der Zinkspat hat Apatithärte, Gewicht 4,3, ist glas- bis perlmutterglänzend, licht grau, gelb, grün oder braun gefärbt und durchscheinend. Er besteht aus kohlensaurem Zinkoxyd mit 50 Proc. Zink, doch enthalten die meisten Varietäten etwas Eisen- oder Manganoxydul, auch wol geringe Mengen von Bleioxyd und Kadmiumoxyd, oder sie sind durch Kieselsäure und Thonerde verunreinigt. Vor dem Löthrohr verliert er die Kohlensäure und gibt auf Kohle einen weißen Zinkbeschlag, in Säuren ist er unter Aufbrausen löslich.

Er kommt in größern Massen am Altenberg bei Aachen, zu Tarnowitz in Schlesien, bei Dognaczka im Banat vor und liefert an diesen Orten das geschätzteste Material zur Zinkdestillation.

76. Kieselzinkerz.

Die Krystallform ist rhombisch mit ausgezeichnetem hemimorphen Formentypus. Die durch das Vorherrschen des Brachy- oder Makropinakoids breittafelförmigen Krystalle sind an ihrem untern Pole durch eine Brachypyramide, am obern Pole dagegen durch andere, sehr verschiedenartige Gestalten begrenzt, so durch Makrodoma und Basis (Taf. 2, Fig. 39) oder durch zwei Makro-, zwei Brachydomen und die Basis (Taf. 2, Fig. 40).

Die Flächen des Prismas, nach welchen das Mineral vollkommen spaltbar ist, treten an den Krystallen meist nur untergeordnet und mit verticalen Streifungen versehen auf.

Die Krystalle sind meist keilförmig und fächerförmig gruppirt, zu traubigen, nierenförmigen und stalaktitischen Gestalten vereinigt; sehr häufig sind strahlige oder feinfaserige Aggregate und dichte bis erdige Varietäten.

Das Kieselzinkerz hat Apatithärte, Gewicht 3,5, zum Theil perlmutterartigen Glasglanz, es ist mitunter durchsichtig und wasserhell, doch meist verschiedenartig grau, gelb, grün, roth und blau gefärbt. Es besteht aus wasserhaltigem kieselsauren Zinkoxyd mit 53 Proc. Zink, ist unschmelzbar und in Säuren unter Abscheidung von Kieselgallert zersetzbar.

Das Kieselzinkerz kommt in Kärnten, Oberschlesien, Polen, in Westfalen, bei Aachen, in Spanien und auf der Insel Sardinien massenhaft in Lagern und Nestern vor.

Der Galmei der Berg- und Hüttenleute ist ein durch Bergarten verschiedener Art verunreinigtes Gemenge von Kieselzinkerz und Zinkspat (der edle Galmei enthält vorwiegend den letztern), und dieses gemengte Erz ist es, welches das Hauptmaterial zur Zinkfabrikation liefert.

Das Rothzinkerz (manganhaltiges Zinkoxyd) kommt nur in Nordamerika, im Staate Neu-Jersey, in so großen Massen vor, daß es zur Zinkdestillation benutzt werden kann.

5. Familie. Kupfer.

77. Gediegen Kupfer.

Das Kupfer krystallisirt tesseral und zeigt das Hexaeder theils allein, theils mit dem Octaeder (Taf. 1, Fig. 13 und 14), theils mit Octaeder und Rhombendodekaeder (Taf. 1, Fig. 19), theils mit dem Tetrakishexaeder (Taf. 1, Fig. 22) combinirt. Die Krystalle haben meist krumme Flächen und sind monströs ausgebildet, auch zu baumförmigen oder moosartigen Gruppen verwachsen.

Sehr häufig sind zähnige und drahtförmige Gestalten, dünnere oder dickere Platten, oder ganz unregelmäßig geformte Klumpen.

Das Kupfer ist ein geschmeidiges und dehnbares Metall, hat hakigen Bruch, ungefähr Kalkspathärte, Gewicht 8,5—8,9, Metallglanz auf frischen Bruchflächen, rothe, auf der Oberfläche bräunliche Farbe und rothen, glänzenden Strich. Es ist schmelzbar und löst sich in Salpetersäure.

In den größten Massen und gleichzeitig in schönen Krystallen kommt das Kupfer am Lake superior in Nordamerika vor (man hat dort Platten von 1600 Ctr. Gewicht gefunden), ebenso bei Adelaide in Australien; ferner am Ural, zu Rheinbreitenbach, bei Zwickau in Sachsen, in Cornwall u. s. w.

Die vielfache Verwendung des Kupfers zu Münzen, Geräthschaften, Schiffsbeschlägen, Legirungen u. s. w. ist bekannt.

78. Rothkupfererz.

Tesserale Krystallform, vorherrschend Octaëder, Octaëder mit Rhombendodekaëder (Taf. 1, Fig. 18) oder Triakisoctaëder, seltener Hexaëder, die in der Richtung einer Achse nadelförmig verlängert sind. Die Krystalle sind einzeln oder gruppirt aufgewachsen, häufig körnige oder faserige Aggregate. Die Spaltbarkeit ist octaëdrisch und vollkommen, die Härte 4, das Gewicht 6; der Glanz lebhaft diamantartig bis metallisirend, die Farbe lichter oder dunkler roth, manchmal in dunkel stahlgrau übergehend, der Strich bräunlichroth. Das Mineral besteht aus Kupferoxydul mit circa 90 Proc. Kupfer; es ist leicht reducirbar, ertheilt der Flamme eine schöne grüne Färbung und löst sich in Säuren.

Das Rothkupfererz kommt sehr häufig auf Kupfererzlagerstätten und zwar in der Regel mit gediegenem Kupfer zusammen vor, welches dann den Kern der Krystalle zu bilden pflegt; so zu Dillenburg in Nassau, Rheinbreitenbach, Goslar am Harz, Chessy bei Lyon (die Krystalle mit einer Haut von Malachit überzogen oder ganz in diesen umgewandelt), Cornwall, im Banat, am Ural, in Peru, Chile u. s. f. Es wird auf Kupfer verschmolzen.

79. Malachit.

Die klinorhombischen, nadelförmigen Krystalle sind äußerst selten; meist finden sich kugelförmige, nierenförmige und traubige Formen mit glatter Oberfläche und faseriger, selten dichter Structur, oder auch erdige Partien, Ueberzüge und Anflüge.

Der Malachit ist nach einer Richtung vollkommen spaltbar und in dünnen Blättchen etwas biegsam, er hat Flußspathärte, Gewicht 3,8—4, auf Krystallflächen Glasglanz, auf Spaltungsflächen Perlmutter-, in faserigen Aggregaten Seidenglanz. Er ist schön smaragdgrün bis grasgrün gefärbt, oft wechseln lichtere und dunklere Farben in streifigen oder wolkigen Zeichnungen; der Strich ist lichter grün. Er besteht aus basischem wasserhaltigen kohlensauren Kupferoxyd mit 58 Proc. Kupfer; er ist leicht schmelzbar und reducirbar und löst sich unter Aufbrausen in Säuren.

Er kommt mit andern Kupfererzen auf Gängen und Lagern vor; Chessy bei Lyon (Pseudomorphosen nach Rothkupfererz und Kupferlasur), viele Orte am Ural und am Altai sind die berühmtesten Fundorte.

Man benutzt den Malachit nicht nur als Kupfererz, sondern auch, wegen seiner prachtvollen Farbenzeichnungen, zur Anfertigung von allerlei Schmuckgegenständen, Ornamenten und Geräthschaften. Die russischen Fabrikate der Art genießen einen großen Ruf.

80. Kupferlasur.

Die monoklinischen Krystalle werden durch das Prisma, die Basis und die pyramide gebildet, zu denen sich jedoch Zahl anderer untergeordneter Formen

Die oft fast kubisch erscheinenden der Regel zu ringsum ausgebildeten oder kugeligen und knolligen Gestalten ausgezeichnet sind die hohlen Kugeln außen und innen mit den prachtvollen gekleidet sind. Seltener sind körnige erdige Anflüge. Die Individuen sind nur zum Theil in Malachit umgewandelt.

Härte 4, Gewicht 3,8, Glasglanz, und lichtblauer Strich. Die Kupferlasur denselben Stoffen wie der Malachit, Verhältnissen; sie enthält 56 Proc. Kupfer.

Sie kommt nicht gar zu häufig mit erzen vor; am schönsten zu Chessy, zu Moldawa im Banat und in Cornwall für von Saalfeld in Thüringen.

81. Atakamit.

Die rhombischen Krystalle sind, sehr des Aragonits, von Prisma, Brachypinakoid doma begrenzt und säulenförmig ausgebildet nige und stengelige Aggregate, nierenförmige oder loser Sand. Das Mineral hat Härte wicht 3,7, Glasglanz, dunkelgrüne Farbe grünen Strich. Es besteht aus basischem Chlorkupfer (mit 59 Proc. Kupfer), in bar und reducirbar, ertheilt der Flamme Färbung und löst sich in Säuren.

An der Westküste Südamerikas, in und nördlichen Chile kommt dieses Erz Massen vor, daß es zur Verhüttung verschifft werden kann. Als Seltenheit in Sachsen.

82. Kupferglanz.

Der Kupferglanz krystallisirt in rhombischen außerordentlich hexagonalartigen Tafeln Prisma und Brachypinakoid begrenzt, noch Pyramide und Brachydoma gesellen Basis stets nach einer Richtung gestreift, gonalen Krystallen nicht vorkommen derben, knolligen oder plattenförmigen ter, seltener körniger Beschaffenheit.

Das Mineral hat nahezu Kalkspathärte, ist etwas geschmeidig, wenig glänzend, oft mit bläulichem Schimmer, und hat Es ist Halbschwefelkupfer mit 79 Proc. hält es mitunter etwas Eisen oder Silber durch in den isomorphen Silberkupferglanz Mineral, über.

Der Kupferglanz kommt auf Lagern andern Kupfererzen zusammen vor; hübel in Sachsen, in Mansfeld, zu besonders schön zu Redruth in Cornwall Connecticut. Er ist ein sehr werthvolles

83. Kupferkies.

Tetragonal, mit sphenoëdrischer Hemiëdrie figste Form ist die Combination der welche in ihren Winkeln dem Octaëder die Flächen der zwei Gestalten sind schaffen. Außerdem noch andere, und Zwillinge. Der größte Theil des findet sich in derben oder eingesprengten

ewicht 4,2, lebhafter Metallglanz, meissinggelbe
: bunt angelaufen, und schwarzer Strich. Der
es besteht aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen
Proc. Kupfer; er gibt auf Kohle schweflige Säure
nicht leicht; er löst sich in Königswasser unter
Zersetzung.
Kupferkies ist das häufigste und somit auch wich-
upfererz; von Fundorten mögen nur genannt
Freiberg, Mansfeld, Goslar und Lauterberg
, Dillenburg, Cornwall und Falun in Schweden.

84. Buntkupferkies.

tesseralen, hexaedrischen Krystalle sind äußerst
das Mineral findet sich fast nur eingesprengt oder
en Massen; es ist mild, hat Kalkspathärte, Ge-
, bronzegelbe bis lichtkupferrothe Farbe, die aber
ganz frischen Bruchflächen zum Vorschein kommt,
Buntkupferkies äußerst schnell blau und roth an.
Das Strichpulver ist schwarz. Der Buntkupfer-
thält dieselben Stoffe wie der Kupferkies, jedoch
rn und variabeln Verhältnissen, sodaß der Kupfer
zwischen 56 und 71 Proc. schwankt. Chemisch
t er sich wie Kupferkies.
findet sich nicht zu häufig, meist in Gesellschaft
upferkies, auf Erzlagerstätten und wird mit jenem
upfer verschmolzen.

85. Fahlerz.

s Fahlerz krystallisirt tesseral, und zwar ausge-
t: hemiedrisch, sodaß es von keinem Mineral an
thum und Mannichfaltigkeit tetraedrischer Combi-
nen erreicht wird. Die in Taf. 1, Fig. 25,
31, 32 und 36 abgebildeten und schon früher be-
chenen einfachen und zusammengesetzten Formen ge-
t sämmtlich dem Fahlerz an, und die Zahl der
ndenen könnte mit Leichtigkeit noch um ein Be-
liches vermehrt werden.
ßer in aufgewachsenen, zu Gruppen und Drusen
nigten Krystallen kommt das Fahlerz auch derb und
sprengt vor. Es hat unebenen Bruch von sehr
lteristischer körniger Beschaffenheit, Kalkspathärte,
variirendes specifisches Gewicht (4,4—5,6), es hat
isten Metallglanz, stahlgraue bis eisenschwarze Farbe
schwarzen Strich, der bei manchen Arten in dunkel-
roth übergeht.
ie chemische Zusammensetzung ist außerordentlich
ankend (daher auch die Differenzen im specifischen
icht), sodaß man zunächst zwei Varietätengruppen
rscheiden muß, je nachdem die Fahlerze Schwefel-
mon (dunkles Fahlerz) oder Schwefelarsen (helles
lerz) enthalten. Diese Substanzen sind mit Halb-
eselkupfer und andern Schwefelmetallen verbunden,
denen besonders Eisen, Zink, Quecksilber und Sil-
zu nennen sind. Der Gehalt an Silber steigt in den
ntlichen Fahlerzen bis zu 10 Proc., in dem Silberfahl-
oder Weißgültigerz sogar bis zu 32 Proc. Dies
lso ein wahres Silbererz, doch möge es wegen seiner
stigen Uebereinstimmung mit den echten Fahlerzen
ch hier mit erwähnt werden. Die Fahlerze sind
ht schmelzbar und werden von Salpetersäure unter
scheidung von Schwefel und Antimonoxyd, resp. arse-
er Säure zersetzt.
Das Fahlerz kommt mit andern Kupfererzen (die
ystalle nicht selten mit einer Haut von Kupferkies
rzogen) auf Gängen vor, so am Harz, in der Ge-
nd von Freiberg, zu Saalfeld in Thüringen, Dillen-
rg in Nassau, Schwatz in Tirol, Herrengrund in
ngarn. Das Weißgültigerz bei Freiberg und Wolfach
Baden.
Ein Zersetzungsproduct der schwefelkupferhaltigen Kiese
ist der Kupfervitriol (wasserhaltiges schwefelsaures Kupfer-
oxyd), der in ähnlicher Weise wie der Eisenvitriol und
durch ihn verunreinigt vorkommt. Künstliche Krystalle
sind triklinisch; sie zeigen die Taf. 2, Fig. 57 abgebildete
Form.

6. Familie. Blei.

Das Blei kommt nie gediegen, sondern nur in ver-
erztem Zustande, in mannichfachen geschwefelten oder
oxydischen Verbindungen vor.

86. Bleiglanz.

Tesserale Krystallform, mit vorwaltend hexaedrischem,
seltener octaedrischem Formentypus. Die auf Taf. 1,
Fig. 5, 6, 13, 14, 15, 17—20 abgebildeten Gestalten
gehören sämmtlich dem Bleiglanz an. Die Flächen sind
oft rauh oder gekrümmt, die Krystalle nicht selten mon-
strös ausgebildet. Die Individuen sind meist in Grup-
pen aufgewachsen, seltener eingewachsen; es kommen
traubige, nierenförmige, angeflogene Partien, haupt-
sächlich aber grob- und feinkörnige bis dichte Aggregate
vor. Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen hexaedrisch;
bei leichtem Hammerschlage schon zerspringen die Kry-
stalle in lauter kleine Hexaeder; Härte $2^1/_2$, Gewicht 7,5,
die Farbe ist bleigrau mit einem Stich ins Röthliche,
der Strich schwarz, der Glanz sehr lebhaft metallisch.
Der Bleiglanz ist Schwefelblei mit 86 Proc. Blei, häu-
fig enthält er eine kleine Menge Silber, die, wenn sie auch
in der Regel nicht mehr als 0,1—0,2 Proc. beträgt, doch
leicht und mit Gewinn abzuscheiden ist. Auf Kohle gibt
er schweflige Säure und hinterläßt zuletzt ein geschmol-
zenes Metallkorn; in Säuren löslich unter Abscheidung
von Schwefel.
Es ist ein auf Lagern und Gängen äußerst verbrei-
tetes Mineral, das wichtigste Bleierz. Der freiberger,
harzer, sardinische und englische Bleibergbau beruht
hauptsächlich auf seinem Vorkommen, den Hauptwerth
erlangt er aber, wie gesagt, durch das in ihm enthal-
tene Silber.
Interessant ist das Knotenerz von Kommern in der
Eifel, ein mit Bleiglanz imprägnirter Sandstein.

87. Bournonit.

Die rhombischen Krystalle besitzen dicktafelartigen Ha-
bitus und sind von Basis, Makro- und Brachypinakoid,
Prisma, Makro- und Brachydoma begrenzt. Zwillinge
und Vielinge (Zwillingsebene eine Prismafläche) sind
sehr häufig; sonst derbe, körnige Massen, eingesprengte
und angeflogene Partien. Der Bruch ist muschelig,
Härte $2^1/_2$, Gewicht 5,8; das Mineral hat starken
Metallglanz, eisenschwarze Farbe und schwarzen Strich.
Der Bournonit besteht aus Schwefelantimon ver-
bunden mit Schwefelblei und Halbschwefelkupfer; er ent-
hält 42 Proc. Blei und 13 Proc. Kupfer. Beim Schmelzen
auf Kohle gibt er einen gelben Bleibeschlag und mit
Soda ein Kupferkorn; von Salpetersäure wird er zersetzt.
Auf den Erzgängen von Kapnik in Ungarn, Przibram
in Böhmen, Freiberg, Neudorf und andern Orten am Harz.
Der Bournonit kann auf Kupfer und Blei benutzt
werden.

88. Weißbleierz (Cerussit).

Das Weißbleierz krystallisirt rhombisch und ist dem
Aragonit isomorph. Die Krystalle erscheinen theils als
sechsseitige Pyramiden (Combination der Pyramide mit
einem Brachydoma von nahezu gleichem Kantenwinkel),
theils horizontal säulenförmig (Taf. 2, Fig. 36), in
verwickelten, von mehrern Brachydomen, dem Brachy-
pinakoid, der Pyramide, mehrern Prismen und einem
Makrodoma gebildeten Combinationen. Sehr häufig

Durchkreuzungszwillinge nach dem Aragonitgesetz. Der Cerussit kommt meist in einzeln oder gruppirt aufgewachsenen Krystallen, seltener in feinkörnigen bis erdigen Aggregaten (Bleierde) vor.

Das Mineral hat muscheligen Bruch, Kalkspathärte, Gewicht 6,5, ist spröde, diamantglänzend, wasserhell, meist weiß, grau bis braun, sogar schwarz gefärbt (letzteres wol infolge einer beginnenden Bildung von Schwefelblei). Der Cerussit besteht aus kohlensaurem Bleioxyd mit 83 Proc. Bleioxyd; er reducirt sich auf Kohle leicht zu metallischem Blei und löst sich in Salpetersäure unter Aufbrausen.

Häufig auf Erzgängen, so bei Mies und Przibram in Böhmen, bei Zellerfeld und Klausthal am Harz, Braubach in Nassau, Leadhills in Schottland.

Der Cerussit wird auf Blei verarbeitet.

89. Vitriolblei (Anglesit).

Die rhombischen Krystalle besitzen die Form des isomorphen Schwerspats. Sie sind meist klein und flächenreich und sehr oft in Drusen von Bleiglanz aufgewachsen, der das Material zu ihrer Bildung geliefert hat.

Die prismatische und basische Spaltbarkeit ist nicht so vollkommen, wie die des Schwerspats, der Bruch ist muschelig, die Härte 3, das Gewicht 6,3. Die stark diamantglänzenden Individuen sind oft vollständig durchsichtig und wasserhell, doch auch grau und braun gefärbt.

Das Vitriolblei ist, analog dem Schwerspat, schwefelsaures Bleioxyd mit 73,5 Proc. Bleioxyd, es ist schmelzbar, in Säuren schwer löslich.

Die schönsten Krystalle finden sich auf den Bleierzgängen von Iglesias und Monte Poni auf Sardinien, sodann von Zellerfeld am Harz, Leadhills in Schottland, Insel Anglesea, Phönixville in Pennsylvanien.

90. Pyromorphit (Buntbleierz).

Der Pyromorphit ist dem Apatit isomorph, krystallisirt also hexagonal, hauptsächlich in säulenförmigen Krystallen von der Form Taf. 2, Fig. 10. Die Individuen erscheinen oft bauchig und faßförmig, sie sind zu Drusen vereinigt oder stengelig durcheinandergewachsen, auch gibt es nierenförmige, traubige und derbe Aggregate. Sie sind nicht selten mehr oder weniger vollständig in Bleiglanz pseudomorphosirt, während umgekehrt auch Pseudomorphosen von Pyromorphit nach Bleiglanz bekannt sind.

Das Mineral hat kleinmuscheligen Bruch, Flußspathärte, Gewicht 6,9—7,0, Fettglanz und grüne oder braune, seltener gelbe Farbe.

Der Pyromorphit besteht aus phosphorsaurem Bleioxyd und Chlorblei, wobei oft etwas Phosphorsäure durch Arsensäure, ein Theil des Bleioxyds durch Kalkerde vertreten wird. Er ist leicht schmelzbar und in Salpetersäure löslich.

Die schönsten, oft bouquetförmig gruppirten Krystalle von Braubach am Rhein; sonst von Freiberg und Zschopau in Sachsen, von Zellerfeld, Przibram, überhaupt von Bleierzgängen, besonders in obern Teufen.

Der Mimetesit ist ein dem Pyromorphit isomorphes Bleierz von honiggelber Farbe, welches an Stelle der Phosphorsäure Arsensäure enthält. Johanngeorgenstadt im Erzgebirge.

7. Familie. Silber.

91. Gediegen Silber.

Das Silber krystallisirt tesseral in der Form des Hexaëders oder des Hexaëders mit Octaëder; die Krystalle sind nie groß, oft monströs und zu allerlei treppenförmigen, baumartigen oder gestrickten Gestalten (Taf. 3, Fig. 10) gruppirt. Sehr häufig (Taf. 3, Fig. 11), moosförmig, blech- oder plattenförmig eingesprengt auf. Das Silber ist ein dehnbares Metalle, hakigen Bruch, es besitzt Gyps- bis Kalkhärte, Metallglanz und silberweiße Farbe, nicht selten angelaufen. Es erscheint stanzen, am häufigsten kleine Mengen es ist leicht schmelzbar und in Säuren

Die schönsten Krystalle kommen von Kongsberg in Norwegen vor, den Gängen von Freiberg, Schneeberg ten im Erzgebirge, in Mexico, Californien und den nordwestlichen Staaten am Lake superior mit Kupfer innig

Das güldische Silber von Kongsberg ist durch seine lichte Farbe ausgezeichnet, enthält

92. Amalgam.

Die tesseralen Krystalle sind meist bildet und zeigen sehr vielflächige Rhombendodekaëders mit Ikositetraëder; auch derb und angeflogen. hat Kalkspathärte, Gewicht 13,7—14 Farbe. Es besteht aus Silber und wechselnden Proportionen, sodaß der schen 26 und 63 Proc. schwankt. Quecksilberdämpfe und hinterläßt er Salpetersäure leicht auflöslich.

Das Amalgam kommt auf Quecksilbergängen bei Moschellandsberg in Rheinbaiern (sehr selten) und bei Almaden in Spanien

93. Silberglanz (Glas

Den tesseralen Combinationen des Octaëder, Rhombendodekaëder oder Grunde; sie sind meist monströs, krummbogen ausgebildet, zu Gruppen und und aufgewachsen; ferner kommt der strickt, zähnig, draht- oder haarförmig derben Massen vor. Er besitzt hakigen Bruch, Geschmeidigkeit, Gypshärte, Metallglanz, schwärzlich bleigraue Farbe Strich.

Der Silberglanz ist Schwefelsilber, er ist auf Kohle schmelzbar und hinterkorn, in Salpetersäure unter Schwefelabscheidung löslich.

Er ist das wichtigste Silbererz und kommt den Erzgängen von Freiberg, Schneeberg thal im Erzgebirge, von Schemnitz in Ungarn, Kongsberg vor.

94. Melanglanz (Sprödglanz).

Die rhombischen Krystalle bilden, wie des Kupferglanzes, sechsseitige Tafeln oder gruppirt aufgewachsen; auch kommt derb und angeflogen vor. Der Melanglanz hat unebenen Bruch, Härte $2^1/_2$, Gewicht schwarze Farbe und Strich. Er besteht aus Silber und Schwefelantimon mit 68 Proc. sehr leicht schmelzbar und in Salpetersäure

Er kommt an denselben Orten vor wie glanz.

95. Eugenglanz.

Die hexagonalen Krystalle erscheinen dünntafelartig ausgebildete Combination und Pyramide, wobei die erstere in regulär gestreift ist. Das im allgemeinen

ıt auch derb und eingesprengt vor. Es ist
Glashärte, Gewicht 6,1 und eisenschwarze
Der Eugenglanz besteht aus Schwefelsilber
oefelantimon oder Schwefelarsen; da meist
rocent Kupfer in die Mischung eintreten, so
ɔer Silbergehalt zwischen 64 und 72 Proc. Er
ch chemisch wie Melanglanz, in dessen Gesell-
auch meist vorkommt.

. Rothgültigerz (Silberblende).

Rothgültigerz krystallisirt rhomboëdrisch; die
en zeigen häufig die Combination von Rhom-
ıd Deuteroprisma (Taf. 2, Fig. 18), zu welcher
:en das trigonal ausgebildete Protoprisma
ılenoëder (Taf. 2, Fig. 14) treten. Die Kry-
ben säulenförmigen oder skalenoëdrischen Ha-
er manchmal in das Nadelförmige übergeht,
einzeln oder büschelförmig gruppirt, aufge-
, häufig derbe Massen, eingesprengte oder an-
e Partien. Die rhomboëdrische Spaltbarkeit
lich vollkommen, die Härte 2, das Gewicht
8, der Glanz lebhaft diamantartig, zum Theil
allische übergehend. Der chemischen Zusammen-
nach hat man zwei Varietäten zu unterscheiden,
ıkle oder antimonische Rothgültigerz (Schwefel-
nd Schwefelantimon mit 60 Proc. Silber) von
ether bis fast bleigrauer Farbe, kirschrothem
und geringer Durchsichtigkeit, und das lichte
enische Rothgültigerz (Schwefelsilber und Schwefel-
mit 65 Proc. Silber) mit cochenillerother Farbe,
rothem Strich und größerer Durchsichtigkeit.
sind leicht schmelzbar und in Salpetersäure zer-

:e reichen Silbererze finden sich an den beim
glanz aufgeführten Orten.

97. Chlorsilber.

sehr kleinen tesseralen und zwar hexaëdrischen
le sind sehr selten; meist treppenförmig gruppirt,
r derbe oder eingesprengte Partien. Das Chlor-
ɔat muscheligen Bruch; es ist geschmeidig, sehr
hat das Gewicht 5,6, geringen Glanz und grau-
Farbe. Es enthält 65 Proc. Silber, ist leicht
ɔar, in Säuren nicht, dagegen in Ammoniak leicht

: Chlorsilber findet sich in obern Teufen auf den
ger, johanngeorgenstädter und besonders den
nischen Erzgängen.

8. Familie. Gold.

98. Gediegen Gold.

: tesseralen Krystalle zeigen am häufigsten das
ɔer, Hexaëder, Rhombendodekaëder, ein würfel-
ɔes Ikositetraëder und andere Formen, sie sind
klein und infolge von Verzerrungen und Flächen-
ıungen undeutlich ausgebildet; am häufigsten
: das Gold gestrickt, haar-, zahn-, baumförmig,
ırtig, in Blechen und Platten, in mikroskopischen
ägnationen auf secundären Lagerstätten, in Flit-
Körnern und Klumpen vor. Der größte bisjetzt
ıt gewordene Goldklumpen (in Australien ge-
n) hatte ein Gewicht von 184 Pfund, also einen
) von ca. 83000 Thalern. Das Gold hat hakigen
), Gips- bis Kalkspathärte, Gewicht 15,6—19,4,
ɔr geschmeidig und dehnbar und von goldgelber
nessinggelber Farbe. Es ist fast nie ganz rein,
enthält es einige Procent Silber, was auch das
ge Gewicht und die lichte Farbe vieler Varietäten
:t. Es ist schmelzbar und löst sich in Salpetersalzsäure.

Das Gold findet sich zunächst auf Gängen, Lagern oder in Form von Imprägnationszonen am Ural, in Ungarn, Siebenbürgen, bei Salzburg, in Californien, Mexico, Peru und Brasilien, hauptsächlich aber als Waschgold auf secundärer Lagerstätte in Sandablagerungen von Flußthälern, so am Ural, in Californien, in Australien, auf Borneo, an der afrikanischen Küste u. s. w. Auch der Sand des Rheins und mancher anderer deutschen Flüsse ist, wenn auch nur in sehr geringem Grade, goldhaltig.

Da das Gold fast nur metallisch vorkommt, so wird natürlich auch der größte Theil desselben aus dem gediegenen Metall gewonnen.

Das Gold kommt weder mit Sauerstoff, noch mit Schwefel verbunden in der Natur vor, dagegen bildet es, an Tellur, einen seltenen, die Rolle des Schwefels spielenden Stoff, gebunden, zwei Mineralien, das Schrifterz oder Weißtellur, eine Verbindung von Tellurgold mit Tellursilber, und den Nagyagit oder Blättertellur (Tellurgold mit Tellurblei), welche beide zu Nagyag und Offenbanya in Siebenbürgen gefunden werden.

9. Familie. Platin.

99. Gediegen Platin.

Das Platin krystallisirt in Hexaëdern, doch findet man es meist nur in losen, viel seltener eingewachsenen Körnern und Klumpen. Es hat hakigen Bruch, Härte 4—5, Gewicht 17—18 (im gehämmerten Zustande über 21), es ist geschmeidig und von lichtgrauer Farbe. Es enthält fast stets mehrere Procent Eisen (im Eisenplatin bis zu 19 Proc.), ist äußerst strengflüssig und in Salpetersalzsäure auflöslich.

Das Platin findet sich auf secundärer Lagerstätte im Sande der uralischen Flußthäler (dort auch im Serpentin eingewachsen), in Neugranada, Brasilien und Californien.

Das Platinmetall, welches nur aus dem gediegenen Platin gewonnen wird, ist ein seiner Strengflüssigkeit und Unveränderlichkeit wegen unersetzbares Material für viele chemische Geräthschaften.

10. Familie. Quecksilber.

100. Gediegen Quecksilber.

Das Quecksilber ist in gewöhnlicher Temperatur flüssig; es erstarrt erst bei — 40° C. und krystallisirt dann tesseral. Es hat das Gewicht 13,5, zinnweiße Farbe und starken Metallglanz. Vor dem Löthrohr verdampft es vollständig.

Es findet sich in Druſenräumen von Gängen oder in Gesteinshöhlungen zu Idria in Krain, Moschellandsberg in der Pfalz, Almaden in Spanien, Neualmaden in Californien.

101. Zinnober.

Die rhomboëdrischen Krystalle bilden meist eine dicktafelartig ausgebildete Combination von Basis, Prisma und mehrern Rhomboëdern derselben Richtung. Sie sind zu Gruppen vereinigt und im allgemeinen selten; viel häufiger kommt das Mineral derb, eingesprengt und angeflogen vor. Es ist deutlich prismatisch spaltbar, hat Gipshärte, Gewicht 8,1, Diamantglanz, cochenillerothe Farbe und scharlachrothen Strich. Es besteht aus Schwefelquecksilber mit 86 Proc. Quecksilber, ist leicht sublimirbar und in Salpetersäure auflöslich.

Es kommt an denselben Orten, aber in viel größerer Menge vor, als das gediegene Quecksilber, und liefert das Hauptmaterial zur Darstellung dieses Metalls. Auch wird der Zinnober direct als Farbe angewendet.

11. Familie. Zinn.

102. Zinnerz.

Das Zinnerz krystallisirt tetragonal; eine sehr häufige Combination ist die von Pyramide und Prisma (Taf. 1, Fig. 53), oft mit Deuteropyramide und Deuteroprisma. Nicht selten treten auch ditetragonale Pyramiden auf. Sehr frequent sind Zwillinge nach dem Gesetz: Drehungsachse senkrecht auf einer Fläche der Deuteropyramide (Taf. 1, Fig. 56). Die kurzsäulenförmigen oder pyramidalen Krystalle sind ein- oder gruppirt aufgewachsen; ferner finden sich derbe körnige oder feinfaserige Aggregate (Holzzinn) oder eingesprengte Körner (oft mikroskopisch klein), stumpfeckige Stücken und lose Geschiebe. Interessant sind die Pseudomorphosen nach Orthoklas.

Die Spaltbarkeit nach beiden Prismen ist unvollkommen, Härte $6^1/_2$, das Gewicht 6,9; der Glanz ist diamant- oder fettartig, die Farbe grau, braun bis schwarz, der Strich weiß. Das Zinnerz ist reines Zinnoxyd (oder Zinnsäure) mit 78 Proc. Zinn; es ist unschmelzbar und in Säuren unveränderlich.

In Krystallen und Imprägnationen von Altenberg, Zinnwald, Graupen, Geyer im Erzgebirge, Cornwall, Pitkäranda in Finland, Bretagne; in Geschieben im Seifengebirge des Erzgebirgs und der Insel Banca, Billiton ꝛc. im südlichen Archipel.

Da das Zinn nur in dieser Form in größerer Menge vorkommt, so ist das Zinnerz für die Gewinnung des Metalls von größter Wichtigkeit.

12. Familie. Molybdän.

103. Molybdänglanz.

Das Mineral kommt in sechsseitigen, tafelartigen Krystallen mit sehr vollkommener basischer Spaltbarkeit oder in schaligen und blätterigen Aggregaten derb oder eingesprengt vor. Es ist äußerst weich, in dünnen Blättchen biegsam, fettig anzufühlen, besitzt das Gewicht 4,7, bleigraue Farbe und starken Metallglanz; der Strich ist auf Papier grau, auf Porzellan grün. Der Molybdänglanz ist Schwefelmolybdän mit 59 Proc. Molybdän, er ist unschmelzbar, in Salpetersäure löslich. Er kommt in Begleitung des Zinnerzes an den oben aufgeführten Orten vor und kann zur Bereitung einer blauen Farbe verwendet werden.

13. Familie. Titan.

104. Rutil.

Der Rutil ist mit dem Zinnerz isomorph, also tetragonal. Die Krystalle sind meist nicht so schön wie bei jenem Mineral und vorwiegend in Form von knieförmig gebogenen Zwillingen und Viellingen ausgebildet. Die Spaltbarkeit nach Proto- und Deuteroprisma dagegen ist hier vollkommen.

Die Prismenflächen sind in der Regel stark gestreift, die Krystalle aufgewachsen oder langsäulenförmig bis haarförmig in Quarz und Bergkrystall eingewachsen; individualisirte Massen, lose Geschiebe und Körner. Der Rutil hat Feldspathärte, Gewicht 4,1, hyacinthrothe, gelb- oder rothbraune bis schwarze Farbe und metallisirenden Diamantglanz. Er besteht, analog dem Zinnerz, aus Titansäure, ist unschmelzbar und in Säuren unveränderlich.

Vom St.-Gotthard, Saualpe in Kärnten, Pfitschthal in Tirol, Freiberg in Sachsen, Graves Mount in Georgia u. s. w.

Der Rutil liefert eine, in der Porzellanmalerei angewendete gelbbraune Farbe.

Die Titansäure kommt noch in andern seltenen Mineralien vor. Diese Mineralien sind der Anatas, Pyramiden von schwarzer Farbe (tafelartige rhombische Krystalle mit Durchscheinenheit).

105. Titanit (Sph

Die monoklinischen Krystalle bes... Diejenigen des lichtgrünen Sphen nation von Prisma, Basis und ... domen; sie erscheinen kurzsäulenförmig. Vorherrschen des flachern Orthodoma Combinationen des gelben und braun sind von der Basis, dem steilern Or... groß ausgedehnten, zwischen jenen vordern Hemipyramide begrenzt, ... gleich vertical zu stellende Flächen ... doch scheinbar säulenförmig ausgebi... krystalle (häufig Durchkreuzungsz... oder eingewachsen, die des Titanits auch finden sich schalige Aggregate ... Apatithärte, Gewicht 3,5 und Glas... ist oft durchsichtig.

Der Titanit besteht aus titansaure Kalkerde, er ist an den Kanten von Schwefelsäure zersetzt. Schön ... St.-Gotthard und andern Punkten die kleinen Titanite sind besonders Phonolith sehr verbreitet. Schöne ... mitunter als Schmuckstein geschlif...

14. Familie. Wo...

106. Wolfram...

Die rhombischen Krystalle zeigen ... Makropinakoids, und mehrerer ... Makrodoma und Pyramiden und ... klinen Habitus, da die letztern ... nur mit der Hälfte ihrer Flächen ... Häufig Zwillingskrystalle, welche ... nalen Flächenpaar verwachsen sind ... förmigen Krystalle sind eingewachsen ... schalige und stengelige Aggregate ... nach dem Brachypinakoid, welches ... nicht vorkommt, vollkommen spaltbar ... Gewicht 7,5, metallartigen Diam... Farbe und braunen Strich.

Der Wolframit besteht aus wo... oxydul und Manganoxydul, er ist ... schmelzbar und in Salzsäure, unter ... gelben Pulvers (Wolframsäure) ... fast regelmäßiger Begleiter des Zi... Lagerstätten von Altenberg, Zinnw... dorf und andern Orten des Erzge...

Man verwendet den Wolframit ... Wolframstahls.

107. Scheelit.

Der Scheelit krystallisirt tetragonal ... sächlich in Pyramiden oder in ... Protopyramide mit einer steilen ... Die Krystalle sind einzeln oder ... vereinigt aufgewachsen; selten ... derb vor. Es ist nach einer Pyr... deutlich spaltbar, es hat Fluss... Gewicht 6, Fettglanz und ist ... braun gefärbt. Der Scheelit besteht ... Kalkerde, ist schwer schmelzbar ... säure zersetzt. Auch dieses Mine...

ufig auf den erzgebirgischen Zinnerzlagerstätten. Man es zur Darstellung der Wolframsäure benutzt, che als gelbe Farbe Verwendung findet.

15. Familie. Wismut.

108. Gediegen Wismut.

Das Wismut krystallisirt hexagonal-rhomboedrisch, b sind Krystalle selten, meist verzerrt und zu baumigen oder gestrickten Aggregaten vereinigt. Am ufigsten kommt das Mineral derb vor.

Das Wismut ist rhomboedrisch und basisch spaltbar, r mild und weich, hat das Gewicht 9,7, röthlich erweiße Farbe und lebhaften Metallglanz; nicht ten ist es bunt angelaufen. Es ist sehr leicht schmelzr; auf Kohle gibt es einen citrongelben Beschlag.

Es findet sich, mit Kobalt- und Nickelerzen vergesellaftet, auf den Erzgängen des obern Erzgebirgs d ist ein für die Darstellung leichtflüssiger Legirungen, wisser Arzneimittel und der Schminke sehr gesuchtes letall. Fast alles Wismut wird aus dem gediegenen letall gewonnen.

Das einzige Wismuterz, welches in einiger Menge rkommt, ist

109. Wismutglanz.

Er krystallisirt in rhombischen, langsäulen- bis nadelrmigen Krystallen, deren Flächen stark gestreift erheinen; sonst kommt er noch in faserigen oder körnigen ggregaten vor. Er ist nach einer Richtung vollkommen paltbar, hat Gipshärte, Gewicht 6,6, lichtgraue meallische Farbe und ist gelb angelaufen. Er besteht aus Schwefelwismut, mit 81 Proc. Wismut, ist auf Kohle eicht schmelzbar, wobei er einen gelben Beschlag und in Metallkorn gibt, und löst sich unter Schwefelabscheidung in Salzsäure.

Er kommt mit dem gediegenen Wismut im obern rzgebirge vor.

16. Familie. Antimon.

110. Gediegen Antimon.

Krystallform und Spaltbarkeit sind der des Wismuts gleich; meist findet sich das Mineral eingesprengt oder n derben Massen von blätteriger oder feinkörniger Structur. Es besitzt Kalkspathärte, Gewicht 6,7, starken Metallglanz und zinnweiße Farbe.

Das Antimon ist sehr leicht schmelzbar und flüchtig, von Säuren wird es zwar oxydirt, aber nicht gelöst.

Allemont in der Dauphiné, in neuerer Zeit Southam in Canada sind Hauptfundorte.

111. Antimonglanz.

Die frequenteste Form des rhombischen Minerals ist die Combination von Prisma, Makropinakoid und Pyramide (Taf. 2, Fig. 31); die Krystalle sind stark vertical gestreift, langsäulen- oder nadelförmig ausgebildet und meist zu büschelartigen Gruppen vereinigt. Häufig stengelige, feinfaserige, auch körnige Aggregate.

Die brachydiagonale Spaltbarkeit ist sehr vollkommen, die Spaltungsflächen sind horizontal gestreift. Das Mineral hat Gipshärte, Gewicht 4,7, bleigraue Farbe, und schwarzen Strich. Es besteht aus Schwefelantimon mit 72 Antimon, ist schon an der Lichtflamme schmelzbar und wird von Salzsäure gelöst.

Auf den Erzgängen von Freiberg, Goldkronach im Fichtelgebirge, Neudorf am Harz u. s. f.

Das Antimon, welches meist aus diesem Mineral dargestellt wird, dient zur Fabrikation des Antimonbleis (Schrot- und Typenmetall) und zu medicinischen Zwecken.

17. Familie. Arsen.

112. Gediegen Arsen.

Das Arsen ist krystallographisch dem Antimon und Wismut sehr verwandt, doch gehören Krystalle zu den größten Seltenheiten, in der Regel findet sich das Mineral nur in feinkörnigen oder dichten, schaligen Aggregaten von nierenförmiger Oberfläche (Scherbenkobalt). Das Arsen ist spröd, besitzt Kalkspathärte, Gewicht 5,7 und licht bleigraue Farbe, die aber nur auf ganz frischem Bruch sichtbar ist, weil das Mineral sehr rasch schwärzlich anläuft. Es ist vor dem Lötbrohr flüchtig und entwickelt dabei den charakteristischen, knoblauchartigen Geruch. — Besonders auf den Erzgängen des Erzgebirgs.

113. Realgar.

Das Realgar krystallisirt in monoklinischen, meist sehr flächenreichen Combinationen, von denen eine auf Taf. 2 Fig. 48 abgebildet ist. Die Krystalle sind säulenförmig ausgebildet, einzeln oder gruppirt aufgewachsen, auch kommt das Mineral eingesprengt oder in derben Massen vor. Das Realgar ist nach zwei Richtungen deutlich spaltbar, sehr weich und mild, hat das Gewicht 3,5, diamantartigen Fettglanz, morgenrothe Farbe und pomeranzgelben Strich. Es besteht aus Schwefelarsen mit 70 Proc. Arsen, ist leicht schmelzbar und flüchtig und wird von Salpetersäure zersetzt.

Schöne krystallisirte Varietäten von Kapnik in Ungarn, Felsöbanya in Siebenbürgen und vom Binnenthal in Wallis.

Das rothe Schwefelarsen wird künstlich in großen Mengen dargestellt und findet zu mancherlei technischen Zwecken Verwendung.

114. Auripigment.

Die rhombischen, kurzsäulenförmigen Krystalle sind selten, meist tritt das Mineral in blätterigen, oder breitstengeligen, oder schuppigen Aggregaten von traubiger Oberfläche auf. Es ist nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind gestreift und stark perlmutterglänzend, in dünnen Blättchen ist das Auripigment biegsam. Es ist sehr weich, hat das Gewicht 3,5, citrongelbe Farbe und Strich. Es besteht wie das Realgar aus Schwefelarsen, enthält aber nur 61 Proc. Arsen; es gibt dieselben Reactionen, wie jenes Mineral, mit dem es auch am häufigsten vorkommt.

Das Auripigment wird als Malerfarbe benutzt, aber zu diesem Zwecke meist künstlich dargestellt.

E. Edelsteinkunde.

(Tafel 4.)

Wenn auch schon weiter oben die Edelsteine ihren mineralogischen Eigenschaften nach behandelt worden sind, so läßt es doch das vielseitige Interesse, welches gerade ihnen vor allen andern unorganischen Körpern gewidmet wird, der hohe Werth, den man ihnen beilegt, die vielfache Benutzung, die sie finden, gerechtfertigt erscheinen, dieselben hier nochmals von einem andern Gesichtspunkte aus zu betrachten.

Da ist zunächst zu bemerken, daß im gewöhnlichen Leben der Begriff Edelstein viel weiter gefaßt wird, als es von seiten des Mineralogen geschieht, daß man den eigentlichen Edelsteinen oder Juwelen, welche die oben angeführten charakteristischen Eigenschaften, hohe Härte, Durchsichtigkeit, Farblosigkeit oder schöne Färbungen und Seltenheit des Vorkommens, in besonders hohem Grade besitzen, noch eine große Menge anderer Mineralien anreiht, welche jene Merk[illegible]

geringerm Maße besitzen und wegen der größern Massenhaftigkeit ihres Vorkommens erst durch die kunstvolle Art der Verarbeitung oder wol auch durch die Mode einen höhern Werth erlangen. Man nennt diese Halbedelsteine, doch ist ein vollkommen scharfer Unterschied zwischen ihnen und den eigentlichen Edelsteinen kaum zu ziehen, und noch viel weniger läßt sich eine bestimmte Scala des Werthes aufstellen, da dieser wesentlich von der Schönheit des einzelnen Exemplars bedingt wird.

Die schätzbaren Eigenschaften der Edelsteine treten am rohen Stück nur in äußerst seltenen Fällen so stark hervor, daß sie sofort verwendet werden könnten, meist bedarf es erst einer besondern Bearbeitung, des Schleifens oder Schneidens, um die Edelsteine zu würdigen Gegenständen des Schmucks umzubilden.

Im Alterthum und bis weit in das Mittelalter hinein, war diese Kunst weniger gepflegt und besonders setzte der Diamant, seiner außerordentlichen Härte wegen, allen Bearbeitungsversuchen unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen; man begnügte sich damals mit dem Poliren der äußern Flächen und faßte die Steine so, daß sie an Schnüre gereiht getragen wurden. Erst gegen den Ausgang des 13. und im 14. Jahrhundert bildeten sich einzelne Steinschneiderzünfte und in der Mitte des 15. Säculums entdeckte Ludwig van Berguen aus Brügge die Kunst, die Diamanten mit ihrem eigenen Pulver zu schleifen. Diese Entdeckung war epochemachend, denn nur mit Hülfe dieses Mittels war und ist es möglich, auch dem härtesten Stein eine beliebige Form, die schönste Politur zu geben, und seit jener Zeit entwickelte sich die Kunst der Diamant- und Steinschleiferei, die besonders in Amsterdam und Paris betrieben wird, zu ihrer jetzigen Höhe und Vollkommenheit.

Der Diamantstaub oder Diamantbort, dessen man zum Schleifen bedarf, wird durch Zerstoßen von schlechten Steinen oder Abfällen in einem kleinen Stahlmörser dargestellt, auch benutzt man den beim Schleifen selbst fallenden Staub, der zu diesem Zwecke stets sorgfältig gesammelt wird, natürlich immer wieder.

Die ganze Arbeit des Diamantschleifens zerfällt in drei Abtheilungen: das Spalten, Schneiden und eigentliche Schleifen oder Poliren.

Das Spalten wird deshalb vorgenommen, um einestheils die spätere Form des Steins schon im voraus allgemein zu bestimmen, theils schadhafte Stellen ohne große Mühe wegzubringen. Man profitirt von der vollkommenen octaëdrischen Spaltbarkeit des Diamants (Fig. 29), doch erfordert die Bestimmung der Richtung, in welcher die Spaltung vorgenommen werden soll, besonders dann, wenn deutliche Krystallflächen fehlen, große Uebung und Geschicklichkeit. Zum Zwecke des Spaltens wird die abzuspaltende Stelle durch Einschneiden mit einem Diamantsplitter vorgezeichnet, der Stein dann in einen Kittstock so weit eingekittet, daß nur jener Theil hervorragt, und dieser darauf durch einen kurzen kräftigen Schlag auf einen feinen, in den Einschnitt gesetzten Meisel abgeschlagen.

Durch das Schneiden werden, wenn auch nicht alle, so doch die wichtigsten Flächen hervorgebracht, und dadurch den Steinen ihre specielle Form ertheilt. Es werden in der Regel zwei Steine gleichzeitig durch Aneinanderreiben über der Schneidebüchse (Fig. 30) bearbeitet. Letztere ist ein oben offenes Kästchen von starkem Holz, welches mit einem Einsatz von Messingblech versehen ist. Dieser ist nicht ganz so tief, als die Schneidebüchse und in seinem Boden fein durchlöchert, sodaß der entstehende Diamantstaub, ohne verunreinigt zu werden, in dem Zwischenraum zwischen dem Einsatz und dem Kästchen aufgesammelt werden kann. Die beiden Steine werden in zwei Kittstöcke, mit Hülfe von Kitt oder Schnellloth eingesetzt, was mit besonderer Vorsicht geschehen muß, damit man auch wirklich die Flächen erhält, die man hervorgebracht zu sehen wünscht. Die Kittstöcke werden dann gegen zwei verticale Stahlstifte gestemmt, welche an den Langseiten des Kastens angebracht sind, und dann so lange kräftig in rotirender Bewegung gegeneinander gerieben, bis die hervorzubringenden Flächen eben und von gehöriger Größe erscheinen. Die Diamanten werden dann aus den Kittstöcken herausgenommen, in andere Lage wieder eingesetzt und damit so lange fortgefahren, bis alle Flächen vorhanden sind. Diese erscheinen aber noch matt und ohne Glanz, und um diesen hervorzurufen, nimmt man endlich noch die Arbeit des Polirens vor. Diese erfolgt auf horizontalen Drehscheiben (Fig. 31) von weichem Stahl, welche mit Hülfe von Maschinenkraft, seltner durch Menschenhände in sehr rasche Rotation versetzt werden können. Den Drehscheiben ertheilt man vorher durch Streichen mit Wetzsteinen eine etwas rauhe, gekerbte Oberfläche, damit der Diamantstaub, der mit feinem Oel daraufgestrichen wird, besser haftet und von diesem immerhin kostbaren Material nichts verloren geht. Die Steine werden in passender Stellung in der sog. Doppe, einer kelchförmigen Messingbüchse mit Schlagloth, festgekittet (Fig.) und diese beim Schleifen fest gegen die Scheibe angedrückt. Auf diese Weise werden nicht nur die größern durch das Schneiden schon erhaltenen Flächen poli sondern auch die kleinern, noch fehlenden Facetten angeschliffen.

Die Schliffformen der Diamanten und mit ihnen der übrigen Edelsteine sind verschieden und richten sich theils nach der ursprünglichen Gestalt des Steins, die für die Wahl der Schliffform schon deshalb stets bis zu einem gewissen Grade maßgebend sein wird, weil man so wenig wie möglich Material durch den Schnitt einzubüßen wünscht, ferner nach der Schönheit der Farbe und Durchsichtigkeit des Steins, und endlich nach dem Geldaufwand, den man an das Schleifen wenden will.

An den meisten geschliffenen Steinen unterscheidet man den Obertheil oder Pavillon, den Untertheil oder Culasse und die Rundiste oder den Gürtel, der breitere und gleichzeitig derjenige Theil des Steins, an welchem er in der Fassung befestigt wird. Manchen Formen geht der Untertheil ab.

Von größter Wichtigkeit ist die Dicke der Steine und das Höhenverhältniß zwischen Obertheil und Untertheil, weil darauf die größere oder geringere Durchsichtigkeit und Lichtbrechung, der Farbenglanz des fertigen Stücks beruht. Jenes Höhenverhältniß ist für wasserhelle und schön gefärbte, durchsichtige Steine ein fest bestimmtes und zwar derart, daß das Obertheil ein Drittel, das Untertheil zwei Drittel der Steinhöhe einnimmt.

Die wesentlichsten Schnittformen sind die folgenden:

1) Der Brillantschnitt, der werthvollste und schönste von allen, weil er am mühsamsten herzustellen ist, den größten Materialverlust herbeiführt, und weil er die glänzendsten Eigenschaften der Edelsteine am meisten hervortreten läßt (Fig. 16—19). Die reinste und vollkommenste Brillantform hat der dreifache Brillant (Fig. 16 a, b, c; a. Ansicht von oben, b. Ansicht von unten, c. Seitenansicht), dessen Obertheil von einer horizontalen Fläche und drei- und vierseitigen Facetten, dessen Untertheil von einer kleinern horizontalen Fläche und zwei Reihen vier- und fünfseitiger Facetten begrenzt ist. Andere Formen des Brillantschnitts, die man besonders bei unregelmäßigen

)estaltung des rohen Steins wählt, sind der ovale Fig. 17 a, b), der birnförmige (Fig. 18 a, b) und er sternförmige Schnitt (Fig. 19).

2) Der Rosettenschnitt. Den Rosetten fehlt der Untertheil, sie sind nach unten von einer geraden Fläche egrenzt, während der Obertheil kegelförmige Gestalt esitzt, und von mehrern Reihen regelmäßiger drei- itiger Flächen gebildet wird (Fig. 20 a, b).

3) Der Tafelschnitt (Fig. 21 a. b) wird bei Steinen on geringer Dicke oder bei abgespaltenen Stücken, im llgemeinen bei minder werthvollen Exemplaren ange- endet.

4) Der Treppenschnitt (Fig. 22 u. 23). Der)bertheil erhält eine große horizontale Fläche, ein Viereck oder Achteck, und zwei Reihen vierseitiger acetten, der Untertheil, ebenfalls von vierseitigen lächen begrenzt, endigt in eine Spitze.

5) Der Schnitt mit doppelten Facetten (Fig. 4 a, b) ist gewissermaßen eine Combination des Brillant- und Treppenschnitts. Das Obertheil wird it der Tafel und zwei Reihen dreiseitiger, abwechselnd estellter Facetten, das Untertheil mit vielen Reihen vier- itiger Facetten ausgestattet.

6) Der muglige Schnitt endlich kommt nur selten ei wirklichen Schmucksteinen vor; der Stein wird oben ewölbt und unten horizontal geschliffen (Fig. 25 a, b), ie Wölbung wol auch mit mehrern Reihen von Fa- etten versehen (Fig. 26).

Das Schleifen der übrigen Edelsteine erfolgt in ähn- icher Weise wie das des Diamants, nur mit dem Unterschiede, daß man zuerst mit einem möglichst harten Schleifmittel (Diamantbort oder Smirgel) den Stein ollständig fertig schneidet, und mit einem Polirmittel, elches seine Härte möglichst wenig übertrifft, glatt olirt, durch welche Theilung der Arbeit man außer- rdentlich an Zeit erspart.

Die Großsteinschleiferei oder die Bearbeitung on Steinen zum Zwecke der Anfertigung größerer Geräthschaften, erfordert natürlich andere Hülfsmittel; n die Stelle der kleinen metallenen Schleifscheiben eten große Mühlsteine, welche aus einem sehr festen omogenen Sandstein angefertigt, an einer horizon- alen Welle angebracht und durch darauf fließendes Wasser stets feucht gehalten werden. Die Arbeiter egen auf einem ausgehöhlten langen Holzschemel fast orizontal vor der Schleifmaschine, die Füße gegen olzpflöcke gestemmt, und drücken die Steine entweder it der bloßen Hand oder mit Holzstücken sehr kräftig egen den schnell rotirenden Schleifstein und sind so n Stande, den Fortgang des Schliffs stets mit den ugen zu verfolgen und durch passendes Drehen des u bearbeitenden Steins diesem die gewünschte Ge- alt zu geben (Fig. 6). Auf diese Weise wird die chatschleiferei in der Gegend von Oberstein betrieben, o allein gegen 200 Schleifmühlen im Gange sind. Das Vertieftschleifen erfolgt mit Hülfe kleinerer Schleif- eine, deren Gestalt der zu bewirkenden Aushöhlung ntspricht, das Poliren auf Blei- oder Zinnscheiben mit t Wasser angerührtem Bolus.

Die geschliffenen Edelsteine werden sehr häufig noch eiter bearbeitet, indem man auf ihnen Schriftzüge, iguren u. dgl. vertieft oder erhaben (in Relief) aus- rbeitet. Derartige Steine werden Gemmen genannt, nd zwar bezeichnet man jene, welche vertiefte Figuren nthalten, als Intaglien, solche mit erhabenen Bild- erken als Cameen, die Arbeit selbst aber als Gra- iren oder Steinschneiden im engern Sinne.

Die Kunst des Gravirens ist außerordentlich alt, ie das schon daraus hervorgeht, daß der Gebrauch er Siegelringe bis in das früheste Alterthum hinauf- reicht; besonders aber besaßen die beiden größten Cultur- völker der alten Welt, Griechen und Römer, eine außer- ordentliche Geschicklichkeit und den feinsten Geschmack in der Bearbeitung der Gemmen; diese, von denen sich viele bis jetzt erhalten haben nnd bei den Aus- grabungen noch immer zu Tage gefördert werden, tragen oft die zierlichsten, gruppenreichsten Bildwerke (Fig. 36 Camee mit dem Raub der Europa, Fig. 37 Intaglie mit einem weiblichen Brustbild).

Während zum Graviren von Schriftzügen, zur Her- stellung von Ringsteinen, alle Sorten von Edelsteinen oder Halbedelsteinen mit Ausnahme des Diamants be- nutzt werden, wendet man zur Herstellung der eigent- lichen Gemmen mit Vorliebe nur eine gewisse Klasse der Achate an, solche, welche aus feinen, parallelen Lagen von sehr verschiedener Färbung bestehen; am beliebtesten sind die Onyxe, welche abwechselnd schwarze und weiße Lagen zeigen (Fig. 5). Die Bearbeitung dieser Onyxe erfolgt nun in der Weise, daß man das Bildwerk in der einen Schicht derart ausarbeitet, so- daß die zweite anders gefärbte als Grund erscheint, von dem sich dann das erstere um so schöner abhebt.

Noch geschätzter sind diejenigen Exemplare, welche Lagen von mehr als zwei Farben besitzen, bei denen man also einzelne Theile des Bildwerks, z. B. die Gewandung, mit besonderer Färbung ausarbeiten kann. Es mag nebenbei bemerkt werden, daß es auch künst- liche Mittel gibt, um die verschiedene Färbung einzelner Lagen hervorzurufen oder die Farbendifferenz zu er- höhen; dahin gehört besonders das Sieden in Oel.

Die Arbeit des Gravirens wird auf einer Drehbank vorgenommen (Fig. 34), in deren Spindel man sog. Gravirzeiger (Fig. 35 a, b) einsetzt, die je nach der Form des arbeitenden Theils und nach ihrer Größe äußerst mannichfaltig sind; indem man dann den zu gra- virenden Stein fest gegen den Zeiger drückt, oder in bestimmter Richtung langsam an ihm vorüberführt, kann man nach und nach das gewünschte Relief oder die verlangte vertiefte Zeichnung aus ihm heraus- arbeiten. Weiter auf die Details dieser ebenso interessan- ten als mühevollen Arbeiten einzugehen, verbietet uns der knapp zugemessene Raum.

Die für die Gewichtsbestimmung der Edelsteine allgemein angenommene Gewichtseinheit ist das Karat, welches aber nicht an allen Orten das gleiche, absolute Gewicht besitzt. Im Durchschnitt kann man ein Karat = 205 Milligramm annehmen, sodaß also ein Loth ($^1/_{30}$ Pfund Zollgew.) 81 Karat ungefähr enthält. Die Fig. 27 u. 28 zeigen Diamanten von 1 bis 50 Karat, erstere in Form von Brillanten, letztere in Form von Rosetten geschnitten. Bei Fig. 27 stellt der starke schwarze Strich unter jedem Bild die Höhe, die kleine Fläche dagegen die Culasse des Brillanten dar.

Die Werthsbestimmung der Edelsteine, zunächst der Diamanten, für die noch am leichtesten eine feste Regel aufgestellt werden kann, erfolgt in der Weise, daß das Gewicht, in Karaten, gesucht, dieses quadrirt (mit sich selbst multiplicirt) und darauf mit dem Werth pro Karat multiplicirt wird; der Werth der Diamanten nimmt also nicht in arithmetischer, sondern in geome- trischer Progression zu.

Ein Brillant erster Sorte z. B. wird pro Karat mit ungefähr 80 Thlrn. bezahlt, ein Stein von 3 Karat würde nach obiger Regel also $3 \times 3 \times 80 = 720$ Thlr. kosten. Steine von weniger als einem Karat, oder von weniger schönen Schliffformen werden natür- lich nach einem niedrigern Einheitssatze bezahlt, sodaß Brillanten, von denen 16 auf ein Karat gehen, nur mit 50 Thlrn. pro Karat, Rosetten von einem Karat

und mehr mit ca. 55 Thlr., solche, von denen 16 auf das Karat gehen, mit 44 Thlr. für das Karat, rohe Steine von Karatgröße endlich mit 30 Thlrn. bezahlt werden. Diese Einheitssätze schwanken selbstverständlich, wie alle Preise, nach Angebot und Nachfrage.

Diese angegebene Regel hat aber nur Geltung für Diamanten geringerer Größe, bis zu 15 Karat etwa; für die Schätzung schwererer Exemplare lassen sich feste Grundsätze schon deshalb nicht aufstellen, weil diese überhaupt sehr selten und dann so kostbar sind, daß sich Käufer dafür kaum finden und sie deshalb meist in festen Händen, in den Kronschätzen der größten Fürstengeschlechter verwahrt und unveräußerlich bleiben.

Die Zahl wirklich großer Diamanten ist so gering, ihre Geschichte, und jeder von ihnen hat eine wirkliche Geschichte, so interessant, daß es wol der Mühe lohnt, mit wenigen Worten ihrer zu gedenken.

Von dem portugiesischen Diamanten, der ein Gewicht von 1680 Karat und einen Werth von 389 Millionen Thlrn. besitzen soll, aber wahrscheinlich nur in der Fabel existirt, oder ein wasserheller Topas ist, abgesehen, befinden sich die größten Diamanten im Besitze indischer Fürsten, so der Großmogul (279 Karat schwer, aber nicht schön geschnitten, Fig. 7), und der noch größere des Radscha von Mattau auf Borneo, der gar 367 Karat wiegen soll.

Der größte in Europa befindliche Diamant ist der Orlow oder Amsterdamer Diamant, welcher, ähnlich geschnitten wie der Großmogul, die Spitze des russischen Scepters bildet und ein Gewicht von 194¾ Karat besitzt. Er fand sich am Thronsessel des Schah Nadir von Persien, bei dessen Ermordung er von einem Franzosen, der in persischen Diensten stand, gestohlen und später für eine nicht bedeutende Summe verkauft wurde. Er ging, immer höher bezahlt, durch mehrere Hände, bis er endlich von einem armenischen Kaufmanne 1775 an Katharina II. von Rußland für einen Adelsbrief, eine Rente von 4000 und eine feste Summe von 450000 Rubel verkauft wurde.

Am nächsten steht ihm der Pitt oder Regent, 136⅜ Karat schwer, Fig. 9, der sich jetzt im französischen Kronschatz befindet und durch die Reinheit seines Wassers sowie durch die Schönheit und Regelmäßigkeit seines Brillantschliffs unter allen hervorragt. Er wird auf 12 Millionen Francs geschätzt und wurde nach vielem Besitzwechsel durch den Herzog von Orleans für Ludwig XV. von einem Herrn Pitt für nahezu 3½ Mill. Francs erworben. Die Republik verpfändete ihn in Berlin, während ihn später Napoleon I. am Degenknopfe trug.

Der österreichische Schatz birgt den Florentiner von 133⅛ Karat (Fig. 10). Karl der Kühne besaß ihn, verlor ihn aber nach der Schlacht bei Granson, wo ihn ein Schweizer fand, der ihn als werthloses Stück Glas für wenige Franken verkaufte. Er wechselte bei immer steigendem Preise oft seinen Besitzer, bis ihn endlich Papst Julius II. für 20000 Dukaten acquirirte. Jetzt schätzt man ihn, trotz seiner citrongelben Farbe, auf 2½ Mill. Francs.

Der größte brasilianische Diamant, der Südstern, (Fig. 11) wog roh 254, nach dem Schliffe aber nur 125 Karat. Es ist der einzige berühmte Diamant, der sich in Privathänden befindet.

Die größte Berühmtheit besitzt der Kohinoor, oder Berg des Lichts (Fig. 12), nicht sowol seiner jetzigen Größe wegen (er wiegt 106 Karat), als wegen der wechselvollen Geschichte, die er durchlebt hat. Er befand sich früher in Indien und gab dort unter den Fürsten, die stets nach seinem Besitze trachteten, Anlaß zu den mannichfaltigsten politischen Verwickelungen, zu Kriegen und Ermordungen. Er befand sich schließlich im Kronschatze von Lahore, bis die Ostindische Compagnie, eine Empörung benutzend, sich mit den gesammten Kronjuwelen auch den Kohinoor aneignete. Er hatte damals 186 Karat Gewicht, aber eine so unregelmäßige Form (er war von einem ungeschickten venetianischen Steinschleifer entstellt worden), daß sie die Königin von England entschließen mußte, ihn umschleifen zu lassen. Durch diesen neuen Schliff, den Herr Voorsanger aus Amsterdam in der geschicktesten Weise ausführte (Fig. 33), verminderte sich zwar sein Gewicht auf 106 Karat, dafür wurde er aber zu einem ganz vollkommenen, prachtvollen Brillant umgestaltet.

Man vermuthet, wegen der Gestalt der Stücke, daß der Kohinoor, der Orlow und ein anderer in Khorassan aufgefundener Diamant, ursprünglich ein Exemplar gebildet hätten; möglich, daß dies der berühmte, von Tavernier gesehene und abgebildete große Diamant des Großmoguls (793 Karat schwer) gewesen ist.

Im russischen Kronschatz befinden sich endlich noch drei Diamanten, der Schah (Fig. 13), 86 Karat schwer, der Sancy (Fig. 14), 53½ Karat, und der Polarstern (Fig. 15), 40 Karat, von denen der Schah durch seine merkwürdige Form, die noch mehrere natürliche Octaederflächen zeigt, der Sancy aber durch seine merkwürdigen Schicksale, die ihn sogar durch den Magen eines Türken geführt haben sollen, Interesse erregen.

Eine allgemein gültige Werthscala der übrigen Edelsteine läßt sich schwer oder gar nicht aufstellen. Dem Diamant am nächsten steht wol der Rubin oder rothe Korund, von dem ein Karatstein mit ca. 17 Thlrn. bezahlt wird, nur der Smaragd wird in vollkommen fehlerlosen und tiefgrün gefärbten Exemplaren, die sehr selten sind, noch höher bezahlt. Dann folgt der Saphir oder blaue Korund, der Chrysoberyll und der Spinell oder Hyacinth. Diese rechnet man zu den Edelsteinen ersten Ranges, und es folgen ihnen dann die Edelsteine zweiten Ranges Zirkon, edler Beryll, Topas, Turmalin, Granat und edler Opal (besonders feurige farbenspielende Exemplare von letzterm werden oft ebenso theuer bezahlt als Rubin).

Die Schmucksteine dritten Ranges, Cordierit, Vesuvian, Chrysolith, Cyanit u. s. w., werden nur in besonders schönen Stücken hoch bezahlt, und die große Zahl der Halbedelsteine endlich, zu denen namentlich die verschiedenen Varietäten des Quarzes, Chalcedon und Opals, der Vesuvian, sowie die farbenspielenden Feldspate zu rechnen sind, erhalten ihren Werth meist nur durch die Bearbeitung. Von den Quarzarten ist der Amethyst noch am meisten geschätzt, der in fehlerlosen, schön violblauen Exemplaren, wenn die Mode ihn gerade beliebt, sogar recht hoch bezahlt wird, die übrigen werden aber nur seltener zu eigentlichen Schmuckgegenständen, sondern vorwiegend zu grö-ßern Zierathen und größern Luxusartikeln verarbeitet.

Mechanische Technik.

Bearbeitet

von

Dr. Ernst Hartig,
Professor am Polytechnikum in Dresden.

und

Dr. Theodor Weiß,
Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

Inhalt.

Seite

Einleitung 3
Technologie. Bearbeitet von Professor Dr. E. Hartig.
Mühlen (Tafel 1) 4
Sägemaschinen (Tafel 2) 6
Scheren und Durchschnitte (Tafel 3) . . . 7
Hobel und Hobelmaschinen (Tafel 4) . . . 9
Bohrer und Bohrmaschinen (Tafel 5) . . 10
Schleifsteine, Feilen und Fräsmaschinen (Tafel 6) 12
Drehstühle und Drehbänke (Tafel 7) . . . 14
Vorbereitungsmaschinen der Spinnerei (Tafel 8) 15
Vor- und Feinspinnmaschinen (Tafel 9) . 18
Zwirn- und Klöppelmaschinen (Tafel 10) 20
Webstühle (Tafel 11) 21
Wirkmaschinen, Appreturmaschinen (Tafel 12) 23
Nähmaschinen, Stickmaschinen (Tafel 13) 25
Buchdruckmaschinen (Tafel 14) 27
Maschinen des Schriftgießers, Stein- und Kupferdruckers (Tafel 15) 30
Maschinen der Cigarren- und Tabackindustrie (Tafel 16) 31
Uhren (Tafel 17) 32

Maschinentechnik. Bearbeitet von Professor Dr. Th. Weiß.
Transportmaschinen für feste Körper (Tafel 18) 39
1. Hebezeuge 39
2. Flaschenzüge 39
3. Winden 40
4. Krahne 42
Transportmaschinen für flüssige Körper (Tafel 19 bis 21) 43
1. Kolbenpumpen 43
2. Centrifugalpumpen, Rotationspumpen und Kapselräder 46
3. Strahlpumpen, Injectoren und Ejectoren . . 48
4. Feuerspritzen, Bewässerungs- und Besprengungsvorrichtungen 48

Transportmaschinen für luftförmige Körper (Tafel 20 und 21) 5
1. Gebläse 5
2. Rotirende Kolbengebläse und Ventilatoren 5
3. Saugstrahlventilatoren und Exhaustoren . 5
Motoren oder Kraftmaschinen 5
Physiologische Motoren 5
Göpelwerke, Tret-, Lauf- und Sprossenräder (Tafel 21) 6
Wasserräder (Tafel 22) 6
Turbinen (Tafel 23 und 24) 6
Wasserdruckmotoren (Tafel 24) 6
Prony'sches Dynamometer 6
Windräder (Tafel 25) 6
Dampfkessel (Tafel 26) 6
Rauchverhütende Apparate 6
Armatur und Garnitur 6
Dampfmaschinen.
1. Balancier-Dampfmaschinen (Tafel 27) . . 6
2. Maschinen von verticaler Aufstellung ohne Balancier (Tafel 28) 6
3. Maschinen von horizontaler Aufstellung (Tafel 29) 6
Die Steuerungen 6
4. Die Maschine von Corliß und von Allen . 6
5. Oscillirende und rotirende Maschinen (Tafel 30) 6
6. Transportable Dampfmaschinen, Locomobilen und Halblocomobilen (Tafel 31) 6
Calorische Maschinen, Gasmotoren und andere thermodynamische Kraftmaschinen (Tafel 31) 7
1. Gaskraftmaschinen 7
2. Heißluftmaschinen 7
3. Feuerluftmaschinen 7
4. Aetherdampfmaschinen 7
Regulatoren 7
Locomotiven (Tafel 32 und 33) 7
1. Eisenbahnlocomotiven 7
2. Straßenlocomotiven 7
Die Luftschiffahrt (Tafel 34) 7
1. Ballons, Aërostaten 7
2. Flug- oder Fliegmaschinen 7

Einleitung.

Während der Land- und Forstwirthschaft sowie dem
wesen die Aufgabe zufällt, der Natur die zu nütz-
Zwecken verwendbaren Stoffe abzugewinnen und
Kräften derselben eine nach fruchtbarerer Hervor-
ung geeignete Richtung zu ertheilen, so hat sich
Technik vorwaltend mit der Umgestaltung die-
Naturstoffe oder Rohproducte in Gebrauchsgegen-
e und mit dem Transporte beider, sowie mit der
endung der zu diesen Zwecken geeigneten Natur-
: zu befassen.

n allgemeinen wird die Technik in die chemische
in die mechanische Technik abgetheilt. Erstere
ästigt sich damit, den der Natur abgewonnenen
toffen eine mittels chemischer Kräfte erziel-
Umgestaltung oder Neubildung zu ertheilen,
rend die mechanische Technik eine solche Umgestal-
, Formänderung und auch Ortsveränderung unter
anziehung und Dienstbarmachung der sogenannten
sikalischen Kräfte zu bewirken strebt.

Das Bethätigungsgebiet der mechanischen Technik
eßt, allgemein genommen, auch die Bautechnik und
Ingenieurwesen ein. Nicht ungerechtfertigt würde
ein, diese beiden Zweige der Technik, welche vor-
end den statischen Wirkungen der Naturkräfte
nung tragen, als „statische Technik" zu bezeichnen,
denjenigen Theil der mechanischen Technik, wel-
den Gegenstand der hier abzuhandelnden Be-
tungen bildet und welcher sich vorwiegend mit der
endung der bewegenden oder dynamischen Kräfte
ßt, mit dem Namen der „dynamischen Technik"
elegen.

llein es ist, zumeist aus Gründen der historischen
wickelung, üblich geworden, der Bautechnik und
Ingenieurwesen einen Platz zwischen der Archi-
r und der mechanischen Technik, beziehentlich eine
g abgesonderte Stellung anzuweisen, und daher bleibt
mechanische Technik, unter Ausschluß auch
Schifffahrt und des Seewesens, sowie der militä-
en Technik, auf das engere Gebiet beschränkt, wel-
als dasjenige der mittelbaren oder unmittelbaren
endung solcher Naturkräfte und Hülfsmittel bezeich-
werden darf, durch welche an den Naturkörpern
Rohproducten physikalische Formänderungen zum
de gewerblicher Gestaltung, sowie Ortsveränderun-
und Kraftäußerungen hervorgebracht werden können.
Diese Hülfsmittel sind theils Werkzeuge, theils Ma-
nen; erstere werden von den Händen des Menschen
geführt, erfordern also ein gewisses Maß von
elligenz und physischer Kraft zugleich; den Ma-
nen ist die Gezwungenheit (Unfreiheit) der Bewe-
gen aller zugehörigen Theile charakteristisch, daher
: Benutzung zwar auch mittels der von Menschen
wickelten physischen Kraft erfolgen, jedoch statt die-
auch jede beliebige Naturkraft (elementare Betriebs-
it) substituirt werden kann. Die rapide materielle
twickelung der Culturvölker im 19. Jahrhundert ist
s engste mit dem von steigendem Erfolg gekrönten Bestreben verknüpft, die Werkzeuge durch Maschinen, die Muskelkraft der menschlichen Gliedmaßen durch die Kraft des herabsinkenden Wassers, des Windes, des gespannten Wasserdampfes, der aus explosibeln Körpern erzeugten Gase u. s. w. zu ersetzen. Die hierdurch erreichbare Vermehrung und Beschleunigung aller beabsichtigten mechanischen Processe ist so beträchtlich, daß in den letztverflossenen Jahrzehnten die geistige Kraft aller erfinderischen Köpfe auf die Maschinenentwickelung sich geworfen hat, daher die mechanische Technik mit den ohnehin viel zusammengesetztern Maschinen weit mehr zu schaffen findet, als mit den Werkzeugen, die oft nur noch als bereits verlassene Anfangsstufe technischer Entwickelung anzusehen sind.

Wie sämmtliche Wissensgebiete wegen der in der Neuzeit mehr und mehr anschwellenden Fülle und Masse des Stoffs in Specialzweige verästelt und zergliedert werden, so ist auch das bezeichnete engere Gebiet der mechanischen Technik in die auf unsern technischen Bildungsstätten didaktisch gesonderten Theile der Technologie und der Maschinentechnik (Maschinenlehre und Maschinenbau) getrennt. Und wenn auch ein noch in der Neubildung begriffener Wissenszweig, nämlich die Kinematik, die Gebilde der gesammten mechanischen Technik, von einem gewissen Gesichtspunkte aus zusammengefaßt, beleuchtet und zwar von dem Gesichtspunkte der Bewegungsart und der zur Hervorbringung dieser Bewegungsart geeigneten Constructionsform, so verbleibt doch der Bereich der mechanischen Technik jener erwähnten gesonderten, vorwaltend den zu erreichenden Fabrikations- oder überhaupt technischen Endzweck ins Auge fassenden Behandlungsweise, und zwar beschäftigt sich die Technologie mit den diesen Zweck erreichen lassenden Werkzeugen und Arbeitsmaschinen, die Maschinentechnik hingegen mit den Motoren oder Kraftmaschinen, mit den Transportmaschinen und Zwischenmaschinen, ohne indessen sämmtliche hierzu gehörigen mechanischen Vorrichtungen zu umfassen, vielmehr eine nicht unbeträchtliche Anzahl derselben andern Wissenszweigen, als der Bautechnik, dem Ingenieurwesen, der Landwirthschaft, dem Seewesen u. s. w. überlassend.

In der nachfolgenden Darstellung sind die unmittelbar form- und ortsändernden Hülfsmittel, also die dem Gebiete der Technologie zugezählten Werkzeuge und Arbeitsmaschinen (Taf. 1—17) den mittelbar benutzten, von dem Wissensgebiete der Maschinentechnik umfaßten Krafterzeugungs- und Transportmaschinen (Taf. 18—34) vorangestellt.

Da es sich bei der Verwendung aller dieser Maschinen und Vorrichtungen immer um die vortheilhafteste Erreichung eines Zwecks handelt, so erscheint es gerechtfertigt, den reichen hier abzuhandelnden Stoff mit wesentlicher Rücksicht auf den Zweck der zu beschreibenden Hülfsmittel anzuordnen. Freilich darf hierbei, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, immer nur an den allernächst liegenden, durch die Wirkungsweise der Werkzeuge und Maschinen ausgesprochenen Zweck gedacht werden, nicht an jede fernerliegende Verwend-

barkeit derselben in allen einzelnen historisch angebbaren Gewerbsbetrieben; denn nur so ist es möglich, eine leidlich befriedigende Uebersicht über alle uns gegenwärtig zur Verfügung stehenden mechanischen und maschinellen Hülfsmittel zu erlangen.

Technologie.

Bearbeitet von Professor Dr. Ernst Hartig.

Mühlen.

(Tafel 1.)

Die formlose Zerkleinerung fester Materialien, der einfachste und älteste aller Arbeitsprocesse, kann durch Pochen, Quetschen und Reiben geschehen. Die ursprünglichsten und einfachsten von Menschenhand bewegten Zerkleinerungswerkzeuge, Mörser und Stößel, gestatten die gleichzeitige Ausführung dieser drei Operationen, während bei den entwickeltern, durch Naturkräfte zu bewegenden Zerkleinerungsmaschinen in der Regel nur je eine, höchstens zwei derselben in Anwendung kommen. Diejenigen dieser Maschinen, bei welchen ein Zerreiben (Mahlen) der Materialien, entweder allein oder mit einem Zerquetschen verbunden, stattfindet, heißen Mühlen und haben, weil sie die Zerkleinerung bis zu beliebiger Feinheit gestatten, die größte Verbreitung und die vielgestaltigste Entwickelung gefunden. Zuweilen ist der Name auch auf zerschlagend wirkende Zerkleinerungsmaschinen übertragen worden.

Bei den eigentlichen Mühlen kommen immer die Oberflächen zweier harter Körper zur Wirkung, welche das zu zerkleinernde Material zwischen sich fassen und vermöge angemessenen Drucks zerquetschen, vermöge ihrer rauhen (gekerbten, gerippten u. s. w.) Beschaffenheit, in Verbindung mit ihrer gleitenden Bewegung aufeinander, zerreiben. Nach Form und Bewegungsart dieser Oberflächen unterscheidet man hauptsächlich die folgenden Anordnungen.

Die Kugelmühle (Fig. 1, a Vorderansicht, b Verticalschnitt) enthält eine Anzahl metallener Kugeln, welche in einem langsam rotirenden Gehäuse, das zur Aufnahme des zu zerkleinernden Materials dient, eine rollende Bewegung annehmen, indem sie fortwährend der Schwere folgend die tiefste Lage zu behaupten suchen. Diese Kugeln wirken auf das unter und zwischen ihnen befindliche Material vermöge ihres Gewichts zerquetschend und gleichzeitig untereinander wie in Gemeinschaft mit der Innenfläche des Gehäuses zerreibend; es kann nur ein abgemessenes, verhältnißmäßig kleines Materialquantum in Arbeit genommen, dieses jedoch durch Verlängerung der Procedur zu beliebiger Feinheit gebracht werden. Die Leistungsfähigkeit solcher Kugelmühlen, die nur für Materialien von großer Weichheit (Farbstoffe, Porzellanerde u. s. w.) taugen, ist nur gering.

Von weit energischerer Wirkung und erheblicherer Leistungsfähigkeit hat sich der Kollergang (Fig. 2) erwiesen, bei welchem zwei um die Horizontalachse a drehbare, schwere Cylinder (Läufer) im Kreise auf der Bodenfläche eines tellerförmigen Troges C herumrollen; die Horizontalachse a ist nämlich durch den Langschlitz einer verticalen Welle b gesteckt, welche durch Kegelräder c, d von einer Antriebwelle e aus eine langsame Rotationsbewegung erhält; damit das auf C ausgebreitete Material die Bewegungsmechanismen nicht berühren kann, sind dieselben in ein gußeisernes Gehäuse f eingeschlossen. Die beiden Läufer A und B stehen in verschieden großem Abstand von der Verticalwelle b, sodaß sie nicht dieselbe Straße ziehen, vielmehr auf verschiedenen ringförmigen Partien der Tellerfläche ihre Wirkung ausüben; um zu erreichen, daß [illegible] Materialtheilchen in allen möglichen Lagen dieser Einwirkung ausgesetzt sind, hat man zwei Systeme von entgegengesetzten Seiten schräg gestellte Schaufeln mit der Welle b verbunden, welche bei ihrem Umgange das in C ausgebreitete Material abwechselnd nach außen und innen verschieben. Man überzeugt sich, daß die beiden Läufer vermöge ihres Gewichts nicht allein eine quetschende Wirkung ausüben, sondern auch — weil die Rotation eines Kreiscylinders auf einer berührenden Ebene niemals eine reine Abwälzung sein kann — eine zerreibende (mahlende). Dieser Kollergang, oftmals durch Pferde in Bewegung gesetzt, welche an einer die Verlängerung der Achse a bildenden Deichsel angespannt werden, befindet sich in den verschiedensten Fabrikationsprocessen in ausgedehntem Gebrauch; zumal er leicht neben der Zerkleinerung auch eine innige Mischung der auf C gebrachten Materialien bewirkt. So dient er in der Oelfabrikation zur Zerkleinerung der Oelsaat, in der Thonwaarenfabrikation und Chocoladenindustrie zur Bearbeitung fast aller dabei erforderlichen Materialien, beim Bauwesen zum Mischen von Kalk und Sand u. s. w. Zuweilen wird der Kollergang von einer besondern kleinen Dampfmaschine betrieben, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist.

Eine eigenthümliche Modification des Kollergangs ist die in Fig. 4 dargestellte Cycloidalmühle. Auf einem kegelförmigen, aus Granit gearbeiteten Kollerstein A laufen, durch die stehende Welle B und deren Arme C und D getrieben, die beiden Kegel E und F im Kreise herum; jedoch nicht mit der Seitenfläche, sondern mit der ebenen Basis, also durchaus glatt. Diese Kegel (Läufer) sind auf cylindrische Zapfen an den Arme C, D drehbar aufgeschoben und ruhen mit ihrem vollen Gewicht auf A und dem hier zugebrachten Material. Da auf dem Berührungsdurchmesser der Läufer den Läufern zu überwindende Widerstand wegen des verschieden großen Krümmungshalbmessers der Kollerfläche ungleich groß ist, so erleiden diese Läufer in ihrem Umgang gleichzeitig eine Rotation um ihre eigene Achse, woraus der Vortheil einer ganz gleichmäßigen Abnutzung derselben resultirt. Der ganze Mahlapparat ist von einer hölzernen oder metallenen Zarge umgeben, welche das auf A gebrachte Material zusammenhält. Die Zuführung desselben erfolgt von einem über stehenden Rumpf aus in der Mitte, während die Abtragung hier zumeist der Luft überlassen wird, welche durch die Drehung der Läufer einigermaßen in Bewegung gesetzt wird und den feinsten staubförmigen Theil des Materials über den Rand der Zarge [illegible] Umgibt man daher die Maschine mit einem [illegible] migen Holzkasten, so kann man auf dem Boden desselben das feingemahlene Product ansammeln und zeitweilig entfernen. Die hier bezeichnete Anordnung eignet sich in unübertroffener Art zur Erzeugung feinsten staubförmigen Pulver zu pharmaceutischen Zwecken (z. B. arabisches Gummi) und findet daher in den sogenannten Droguen-Appreturanstalten ausgedehnte Anwendung. Den Namen erhielt diese Maschine von der cycloidischen Gestalt der Bahnen, welche die verschiedenen Punkte der Läufer beschreiben.

Bei den Kegelmühlen (Fig. 5 und 6) rotirt ein massiver kegelförmiger Stein in einem Hohlkegel, [illegible] es wird das zu zerkleinernde Material entweder durch [illegible] der Schwerkraft oder mittels der Centrifugalkraft [illegible] den engen Zwischenraum der beiden Oberflächen geführt. In Fig. 5 ist eine Kegelmühle mit vertikaler Drehungsachse des Kegels dargestellt. Es bezeichnet hier A den Rumpf zur Aufnahme des zu zerkleinernden

einen Rüttelschuh, welcher dasselbe mit mäßigkeit dem zwischen Läufer C und nthaltenen Zwischenraum zuführt; dieser verengt sich von oben nach unten und ls einer aus der Figur ersichtlichen ung beliebig verkleinert werden. In dem Materialtheilchen durch Abreiben kleiner ı sie tiefer hinab, um endlich in einen geordneten ringförmigen Sammelbehälter welcher bei E zu einer Gosse ausgezogen das Mahlgut austrägt. Der Läufer C einer Welle a, welche mittels eines rs c, d von einer horizontalen Antrieb- : Drehung empfängt, die selbst entweder r Figur angegeben — von der Hand e f umgetrieben oder auch mittels eines von einer Transmissionswelle aus bewegt sten Falle ist die Anordnung eines b zur Erzielung eines gleichförmigern tandes rathsam. Die Drehungsachse des auch horizontal angeordnet werden, wie hier muß jedoch die Drehungsgeschwindig- ewählt werden, daß die erregte Centri- k genug ist, die Materialtheilchen von n nach dem stärkern Läuferende zu be- derselben Figur ist auch der Antrieb n und Riemenscheibe vorausgesetzt. Die sind schon im griechischen und römischen Gebrauch gewesen (jedoch in der um- ordnung mit feststehendem Massivkegel ı Hohlkegel); sie dienen jetzt vielfach als hlen, zur Zerkleinerung der Kohlen, des nderer Materialien. Die beiden Mahl- statt aus Stein häufig aus Schmiede- oder Gußeisen (Hartguß) hergestellt und Regel mit scharfkantigen Rippen aus- ß die zerreibende Wirkung durch eine Schneidewirkung ergänzt wird.

steinmühle (Fig. 7 und 8) ist durch indrische Mahlkörper charakterisirt, welche ten Endflächen das Material bearbeiten. eine solche im Verticalschnitt dargestellt. : fällt aus einem trichterförmigen Vor- ı durch einen Schlauch B auf eine schnell ıle C (Centrifugalschütter), über deren : nach allen Seiten hinausgeschleudert dann zwischen die beiden Mahlsteine D äth; von diesen liegt der unter E fest, bere — durch eine eiserne „Haue" mit erbunden — in rascher Drehung sich be- Drehung wird mittels zweier Kegelräder b, rizontalen Antriebwelle d aus übertragen, ei c f mit Fest- und Losscheibe versehen einen Treibriemen bewegt werden kann. e Bodenstein E ruht in dem Mühlgerüst mittels der Stellschrauben h genau ho- lt werden. Der obere Stein D (der bst seiner Welle a auch einer Verstellung Richtung fähig, sodaß man dem Zwi- beiden Steine die dem Korn des Mahl- ende Größe geben kann. Alle in diesen gelangenden Theilchen werden nun mehr gezwungen, an der Rotation des Läufers ten und unterliegen so der Einwirkung , gelangen daher allmählich, die Rei- m Bodenstein überwindend, nach dem der Mahlsteine, wo der Zwischenraum erforderliche kleinste Maß vermindert. Hinausschiebung des Mahlgutes wird ei andere Mittel befördert: durch seichte, in die Mahlflächen eingearbeitete Furchen (deren Gestalt und Verzeichnung in Fig. 9 dargestellt ist), welche sich scherenartig durchkreuzen, und durch Erzeugung eines künstlichen Windstroms, der durch einen Ventilator erzeugt wird und sich von dem Auge des Läufers durch den Zwischenraum der Mahlflächen nach dem die Steine umschließenden Gehäuse bewegt. Letzteres nimmt endlich das hinreichend zermahlene Material auf, worauf dasselbe durch einen abwärts geführten Kanal regelmäßig entweicht. Zerkleinerungsmaschinen dieser Art sind in hohem Grade leistungsfähig, insbesondere wenn die schon erwähnten Furchen (Hauschläge) immer in scharfkantigem Zustande gehalten werden; dieselben werden daher von Zeit zu Zeit mit besondern von Hand geführten Picken (Fig. 10—12) aufgehauen, was man das Schärfen der Steine nennt. Die Flachsteinmühlen sind vorzugsweise zur Vermahlung der Körnerfrüchte im Gebrauch, doch dienen sie auch zur Zerkleinerung mancher anderer Materialien. In Fig. 8 ist die Anordnung zweier Flachsteinmühlen in einem gemeinsamen gußeisernen Gerüst dargestellt — eine von englischen Fabrikanten landwirthschaftlicher Maschinen mit Vorliebe ausgeführte Form.

Bei den Walzmühlen (Fig. 13—16) haben die Mahlflächen eine kreiscylindrische Gestalt, und zwar arbeiten entweder zwei Massivcylinder (Fig. 13—15) oder ein Massiv- und Hohlcylinder (Fig. 16) aufeinander. Im ersten Falle haben entweder beide Cylinder eine (in entgegengesetztem Sinne erfolgende) gleichschnelle Rotation: dann üben sie auf das zugeführte Material nur eine zerquetschende Wirkung aus, oder ihre Umfangsgeschwindigkeit ist verschieden groß: dann tritt zu dieser quetschenden Wirkung noch eine zerreibende, zermahlende. Fig. 13 zeigt die gewöhnliche Anordnung der Walzmühlen (Walzenquetschen, Quetschwalzen) zur Zerkleinerung der Erze und mineralischen Brennstoffe; in Fig. 14 ist die Einrichtung der in den Bierbrauereien üblichen Malzquetschen im Verticalschnitt dargestellt. Je feinkörniger das Mahlgut ausfallen soll, um so näher müssen die beiden Walzen aneinander gestellt werden; in der Mehlfabrikation, wo die Walzmühlen neben den Flachsteinmühlen hier und da Verwendung finden, müssen sich die Walzenumfänge berühren. Dasselbe ist der Fall bei denjenigen Walzmühlen, welche zur höchsten Verfeinerung teigartiger Materialien (Chocoladenmasse, Buchdruckerschwärze u. s. w.) dienen sollen und von deren Anordnung Fig. 15 eine Vorstellung gibt. Das in einem Rumpf a enthaltene Material gelangt hier zwischen die ersten zwei Reibwalzen b und c, von welchen c am schnellsten umläuft; da gleich große Flächenstücke dieser Walzen gleiche Mengen adhärirendes Material mitnehmen, so folgt, daß der größere Theil desselben von c weiter transportirt wird; zwischen c und einer folgenden noch schneller umlaufenden Walze d erfolgt eine zweite Zerreibung; hier geht wieder der größere Theil des Materials an Walze d und es folgt nun eine dritte und vierte Bearbeitung zwischen den Walzenpaaren d und e, e und f, bis endlich das Material am Umfang der letzten Walze mittels eines Messers g abgestreift wird.

Bei der in Fig. 16 dargestellten Walzmühle arbeitet ein Massivcylinder A in Gemeinschaft mit einem bruchstückweise ausgeführten Hohlcylinder B, in deren Zwischenraum das Material aus einem Rumpf C durch das Speisewalzenpaar D, E zugeführt wird; die Stellschrauben a und b gestatten eine beliebige Regulirung des zwischen A und B vorhandenen Zwischenraums, wie solche die Korngröße des zugeführten und auszutragenden Mahlgutes erfordert. Dasselbe wird durch

den nach links rotirenden Cylinder A nach einem trichterförmigen Raum F befördert und fällt hier aus der Maschine. Die vorliegende Anordnung hat insofern ein allgemeineres Interesse, als sie bei den zur Bereitung der Papiermasse dienende Holländern in einer nur unwesentlich modificirten Gestalt vorliegt.

Eine letzte, neuerdings in Gebrauch gekommene Zerkleinerungsmaschine, die Schleudermühle, Centrifugalmühle, auch Desintegrator genannt, stellt Fig. 17 in perspectivischer Ansicht dar; hier wird jedoch das Material weder zerquetscht, noch zerrieben, sondern zerschlagen; dasselbe fällt nämlich aus einem seitwärts angeordneten Rumpf in das Innere einer aus eisernen Stahlstäben gebildeten schnell rotirenden Trommel; die durch die Schlagwirkung derselben gebildeten Fragmente entweichen durch die Zwischenräume der Stäbe und werden mit einer der Umdrehungszahl derselben entsprechenden Geschwindigkeit den Stäben einer zweiten ähnlich gebildeten jedoch entgegengesetzt umlaufenden Trommel entgegengeschleudert, sodaß hier ein Zusammenstoß mit einer Geschwindigkeit stattfinden muß, deren Größe gleich der Summe der Geschwindigkeiten beider Trommeln ist; durchschnittlich 40—120 Meter per Secunde. In gleicher Art können drei, vier oder mehr nach abwechselnd entgegengesetzten Richtungen umlaufende Schlagtrommeln angewendet werden, welche einander concentrisch umschließen. Das zerkleinerte Material wird endlich von der äußersten Trommel in einen durch ein umschließendes Gehäuse begrenzten Raum geschleudert, aus dem es von Zeit zu Zeit entfernt werden muß. Diese höchst originelle Zerkleinerungsmaschine hat sich bisher für die verschiedenartigsten Materialien bewährt, für künstlichen Dünger, Steinkohlen, Coaks, Gips, Ganister, Erze, selbst für Körnerfrüchte aller Art und deren Umwandlung in Gries, Dunst und Mehl. Dieselbe ist eine Erfindung des Engländers Carr.

Sägemaschinen.

(Tafel 2.)

Wenn ein Arbeitsstück von Holz, Stein oder Metall durch einen ebenen oder gekrümmten Schnitt mit dem möglichst geringen Verlust in mehrere Theile zerlegt werden soll, so ist die Säge das vortheilhafteste Werkzeug. Dieselbe hat entweder ein gerades Blatt, welches geradlinig hin- und herbewegt wird, oder ein bandförmiges endloses Blatt mit fortlaufender Bewegung, oder ein kreisförmiges Blatt mit rotirender Bewegung.

Sägemaschinen mit geradem Blatt sind auf unserer Tafel in den Fig. 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12 und 13 dargestellt. Bei der kleinen für Holzarbeiter-Werkstätten bestimmten Säge, Fig. 2, ist das Blatt an seinen Enden in zwei Klemmen befestigt, von welchen die obere durch einen federnden Bügel von Holz oder Stahl (die Wippe) immer nach oben gezogen, (also in angemessener Spannung gehalten) wird, während die untere von einer stetig rotirenden Antriebwelle aus mittels Kurbelscheibe und Zugstange auf- und abbewegt wird; die Zahnspitzen des Sägeblattes sind nach unten gerichtet, sodaß dasselbe beim Niedergang schneidet, daher das Arbeitsstück auf dem in der Figur ersichtlichen Tisch nur in der erforderlichen Richtung entgegengeschoben zu werden braucht. Da bei dieser Maschine der Tisch ringsum frei ist, so können Arbeitsstücke von jeder Länge in beliebiger Weise gewendet werden, daher hier die Ausführung krummliniger Schnitte keinerlei Schwierigkeiten macht. Die Befestigung der Wippe erfolgt an der Decke des Arbeitsraums.

Bei den in Fig. 5 und 6 dargestellten Gerad[e]sägen ist auf die Anwendung der Wippe Verzi[cht] leistet, daher alle erforderlichen Unterstützungen in ei[nem] einzigen Gestell vereinigt sind. In Fig. 5 sin[d] beiden Klemmen, welche das Sägeblatt fassen, a[n] Schiebern angegossen, welche in Prismenführung[en] Gestells vertical geführt sind und durch [zwei] Leitrollen gehende Seilstücken mit einem mittle[ren] her verbunden, der von einer im untern Th[eil] Gestells gelagerten Antriebwelle mittels Kurb[el] eine schnelle Auf- und Niederbewegung empf[ängt], sich daher durch abwechselnden Anzug der beid[en] stücke dem Sägeblatt mittheilt. Der Tisch kann [in] unter spitzem Winkel gegen das Sägeblatt gestellt [wer]den, was die Herstellung kegelförmiger Schnittflächen ge[stattet].

Die in Fig. 6 dargestellte Anordnung hat [mit] vorigen große Aehnlichkeit, nur sind die Zu[g]stange durch zwei gleicharmige Hebel ersetzt, deren Ende[n] der einen Seite durch eine Zugstange unter sich [und] der andern durch zwei Zugstangen mit dem Sä[ge]bügel verbunden sind.

Bei den stärkern Geradblattsägen, wie sie zur [Um]wandlung der Baumstämme in Breter und [Bo]hlen im Gebrauch sind, wird das Blatt in einen [ver]gen Rahmen (das Gatter) eingespannt, der in [ver]calen oder auch horizontalen Prismenführungen [be]weglich ist und von einer Antriebwelle seine [re]tive Bewegung empfängt. In Fig. 10 ist eine [Ma]schinensäge dieser Art dargestellt, bei welcher das [Gat]ter als Seitengatter ausgeführt, d. h. das Blatt [in] Außenseite des Gatters placirt ist: eine in [Ver]richtung der Bauhölzer beliebte Anordnung. Der [Stamm] ruht hier auf einem mit Rollen in einem [Schie]nengleis fahrbaren Wagen, welcher durch einen [besondern] Mechanismus (das Schaltzeug) eine [schrittweise] Vorschiebung erhält. Wie die Figur erkennen [lässt], wird nämlich von einem auf der Gatterwelle [sitzenden] Kreisexcenter ein Winkelhebel in schwingende [Bewe]gung gesetzt, der mittels einer Schieblaue auf [ein] Sperrrad wirkt, dessen Drehung endlich durch [Zahn]radübersetzung und durch Getriebe und Zahnstange dem Blockwagen mitgetheilt wird.

In Fig. 13 ist eine sogenannte Bundgatter[säge] dargestellt, bei welcher das Gatter eine größere [Zahl] von Sägeblättern enthält, daher gleichzeitig eine [große] zahl von Schnitten in demselben Block geführt [werden] kann. Bei dieser Anordnung wird an Zeit und [Ar]triebsarbeit gespart, weil die Zurückführung des [Block]wagens nach jedem einzelnen Schnitt entfällt und [die] Arbeitsverluste durch Reibung nicht der Säge[zahl] proportional wachsen. Solche Gattersägen mit [Bund]gatter werden oftmals auf einem fahrbaren [Gestell] montirt und durch einen ebenfalls fahrbaren [Dampf]motor (Locomobile) in Betrieb gesetzt, eine [Anord]nung, die durch Fig. 8 veranschaulicht ist. Mit [einer] solchen transportabeln Bundgattersäge [wird es] möglich, die im Wald gefällten Baumstämme [sofort] am Orte der Fällung in Breter und Bohlen zu [zer]legen, daher dann der Transport der minder [werth]vollen Theile (Rinden, Schwarten, Sägespäne) [nicht] erforderlich ist: ein für manche Verhältnisse [sehr] wicht fallender Gewinn.

Zur Herstellung ganz dünner Holzblätter (Fourn[iere] aus werthvollen Hölzern gewährt erfahrungsgemäß [die] Anwendung eines horizontal geführten Gatters [den] Vortheil besonderer Genauigkeit, daher hier der Sä[ge]fuge die möglichst geringe Breite gegeben werden [kann]. Eine Anwendung solcher Art ist in Fig. 12 darg[estellt]. die Ebene des Sägeblattes ist hier vertical [ge]richtet, daher der Block an einem in verticaler Rich[tung]

weglichen (aufsteigenden) Schieber befestigt (angenommen) sein muß. Die Antriebwelle kommt hier natürlich seitwärts von den übrigen Theilen der Maschine zu liegen.

Auch zur Bearbeitung der Steine kommen Maschinensägen in Anwendung. Hier ist jedoch das Blatt statt aus weichem Eisen statt aus Stahl gefertigt und nicht mit Zähnen ausgerüstet; die schneidende Wirkung wird hier durch einen stetig zugeführten Strom von Wasser und hartem Sand (Schmirgel) erzielt; die Sandkörnchen, sobald sie unter das Blatt gerathen, klemmen sich an der Kante desselben fest, werden ein Stück mitgenommen und schaben so die entgegenstehenden Materialtheilchen ab, während der Wasserstrom die stetige Abführung des Steinschmants besorgt. Eine solche **Steinsäge** ist in Fig. 4 dargestellt. Man erkennt, daß das Blatt an seinen Enden in zwei Klemmen befestigt ist, welche unter sich durch ein über zwei Leitrollen gelegtes Riemenstück verbunden sind und mit diesem von einer rotirenden Antriebwelle aus eine oscillirende Bewegung erhalten. Die Lager der beiden Leitrollen sitzen an Verticalschiebern, welche durch zwei Zahnstangen und Getriebe von einem Handrad aus niederwärts bewegt werden können, daher der Block, welchem so die Säge entgegengeführt wird, während der Arbeit fest liegen kann. Daß Sägen dieser Art auch zum Querdurchsägen von Holzstämmen verwendet werden können, wenn man ein gezähntes Sägeblatt einspannt, hat der Zeichner durch die Schraffirungsweise des Arbeitsstücks andeuten wollen.

Die **Bandsägen** sind auf unserer Tafel durch Fig. 1 und 11 vertreten. Bei diesen bildet das Sägeblatt ein sehr dünnes, daher biegsames, in sich zurücklaufendes (endloses) Band, welches gleich einem Treibriemen über zwei glattrandige Scheiben gelegt ist, durch deren Drehung seine Bewegung erfolgt; die Drehungsachse der untern Scheibe ist zugleich die Antriebwelle, auf welcher eine feste und eine lose Riemenscheibe, sowie auch eine zur schnellen Stillsetzung der Maschine dienende Bremsscheibe sitzt. Die Lager der obern Scheibenachse sind mittels einer Schraubenstellung in verticalem Sinne zu verschieben, womit die gerade erforderliche Spannung des Sägeblattes sich angemessen reguliren läßt. Zwischen den beiden übereinander angeordneten Scheiben — auf derjenigen Seite, wo das Blatt sich niederwärts bewegt — ist ein Tisch (Fig. 1) an dem Gestell befestigt, auf welchem das Arbeitsstück der Säge entgegengeführt wird, oder es wird — wie bei den großen Gattersägen — das Arbeitsstück mit einem Schlitten (Blockwagen) verbunden, welcher horizontal geführt und entweder durch einen Arbeiter oder durch ein Schaltwerk vorwärts gehoben wird (Fig. 11). Nahe über dem Arbeitsstück muß das Sägeblatt in einer Gabel geführt werden, damit es sich nicht verläuft. Die Bandsäge hat vor der Geradblattsäge den Vortheil größerer Einfachheit, geringern Arbeitsverbrauchs (weil keine Massen hin- und herzubewegen sind) und (wegen der vermehrten Arbeitsgeschwindigkeit) größerer Leistung. Neuerdings hat man dieselbe auch zum Schneiden von Metallen (Schmiedeeisen, Blei-Antimon-Legirungen) mit Vortheil verwendet.

Bei den **Kreissägen** (Fig. 3, 7 und 9) sitzen die Zähne auf dem Umfang einer kreisrunden Stahlblechscheibe, welche auf einer in schnelle Rotation zu versetzenden Welle befestigt ist und der man auf einem horizontalen Tisch das Arbeitsstück entgegenführt; letzteres geschieht entweder von der Hand, unter Benutzung eines verstellbaren Anschlags (Fig. 9) oder durch einen von der Sägenwelle aus in Gang gesetzten Zuschiebungsapparat (Fig. 3), bestehend aus einem mit dem Arbeitsstück zu verbindenden Seil, welches sich auf einer in langsame Drehung versetzten Trommel aufwickelt. Die Kreissäge gestattet eine noch größere Arbeitsgeschwindigkeit als die Bandsäge; sie schneidet wie diese ununterbrochen, ist daher überaus leistungsfähig; doch vermag sie nur ebene Schnittflächen herzustellen, und ist die Schnitthöhe durch die Größe des Sägeblattes begrenzt; der Durchmesser desselben übersteigt nur ausnahmsweise den Betrag von 1 Meter. Die Schnittfuge ist in der Regel sehr breit, da man die Zähne, damit sich das Blatt nicht klemme, stark schränken, d. h. abwechselnd nach der einen und andern Seite ausbiegen muß.

In Fig. 7 ist eine mit vier Kreissägen ausgerüstete **Zapfenschneidmaschine** dargestellt, welche als hübsches Beispiel für die mannichfache Verwendbarkeit der Kreissäge gelten kann; das Arbeitsstück, ein Holzprisma, wird auf einem Horizontalschieber befestigt und erhält durch ein erstes Paar auf verticaler Welle sitzende Kreissägen zwei horizontale Schnitte, hierauf durch zwei folgende übereinander angeordnete Kreissägen mit vertical gestelltem Blatt zwei senkrechte Schnitte, die auf der obern und untern Seite je ein prismatisches Eckstück aus dem Langholz herausfallen lassen, sodaß hier ein regelrechter horizontaler Zapfen zu Stande kommt.

Stellt man das Blatt einer Kreissäge schief zur Drehungsachse, so kann man dieselbe vortheilhaft zur Herstellung von Nuten in Bretern und Balken benutzen.

Scheren und Durchschnitte.

(Tafel 3.)

Die Wirkungsweise der **Scheren** ergibt sich durch Betrachtung der Fig. 12 unserer Tafel, in welcher a ein Stück Blech (das Arbeitsstück) bedeutet und mit s_1 s_2 zwei meißelförmige Werkzeuge (die Scherenblätter) bezeichnet sind, welche mit erforderlicher Kraft gegeneinander bewegt werden, sodaß die vorangehenden Schneiden in das Arbeitsstück eindringen und dasselbe in zwei Theile trennen. Gibt man dem einen Scherenblatt die Gestalt eines Ringes r (Fig. 13) und dem andern die eines hineinpassenden Stempels s, so wird aus der Schere ein **Durchschnitt**; die herzustellende Schnittfuge erhält eine kreiscylindrische Gestalt und läuft in sich selbst zurück. Während die Scheren zum Beschneiden der äußern Kanten der Blechtafeln eine ausgedehnte Anwendung finden, dienen die Durchschnitte besonders zur schnellen Herstellung der zur Aufnahme von Nietbolzen bestimmten Löcher. Beiderlei Werkzeuge finden sich ungemein häufig an einer und derselben Maschine vereinigt.

Als ein Vorläufer der Schere im Entwickelungsgange dieser Werkzeuggruppe ist die gewöhnliche **Kneipzange** zu betrachten, bei welcher die beiden meißelförmigen Werkzeuge noch nicht eine solche Form haben, daß sie übereinander hinstreifen können, vielmehr nur mit ihren Schneiden nahe zur Berührung zusammenrücken, infolge dessen eine weniger ebene Schnittfläche zu Stande bringen. Fig. 11 zeigt eine solche Kneipzange, gegen die gewöhnliche Form dahin verbessert, daß eine durch den einen Backen gesteckte Stellschraube die Annäherung des andern Backens nur so weit gestattet, daß die beiden Schneiden sich nahezu, aber nicht vollständig berühren, womit jede Beschädigung der Schneiden verhütet ist.

Die Scheren haben zumeist geradschneidige Blätter, welche entweder mittels einer geradlinigen Verschiebung oder mittels einer Drehung um eine feste Achse zur

Wirkung kommen; im ersten Fall nennt man die Schere Parallelschere (Fig. 3 6—9), im zweiten Falle Hebelschere und es können hier die beiden verschiedenen Anordnungen vorkommen, daß die Drehungsachse den Schneiden parallel läuft (Fig. 4) oder zu denselben senkrecht steht (Fig. 2, 5). Will man lange Schnitte ohne Unterbrechung führen, so muß man den Blättern die Gestalt kreisrunder, mit den Rändern übereinanderstreifender Scheiben geben; man erhält so die Kreisschere, wie solche in Fig. 1 dargestellt ist. Die beiden Blätter sitzen hier auf zwei parallelen (oder auch unter einem spitzen Winkel geneigten) Wellen, welche nach entgegengesetzten Richtungen gedreht werden, daher denn ein (nicht allzu dickes) Blechstück auf der einen Seite der Blätter gefaßt und in zwei Theilen auf der andern Seite wieder ausgeliefert wird. Damit jenes Erfassen mit erforderlicher Sicherheit erfolge, muß der Durchmesser der Scherenblätter etwa 80 mal so groß sein wie die Blechdicke, womit wegen der Schwierigkeit der Herstellung großer Stahlblechscheiben die Verwendbarkeit dieser mechanisch vollkommensten Maschinenschere auf die Verarbeitung dünner Bleche beschränkt ist.

In Fig. 2 ist eine doppelte Hebelschere dargestellt, bei welcher die beiden beweglichen Blätter an einem großen trapezförmigen Gußstück angeschraubt sind, welches um einen zwischen den Scheren in der Mitte des Gestells angeordneten Bolzen drehbar ist und am obern Ende mittels eines in einem Verticalschlitz arbeitenden Kreisexcenters eine schwingende Bewegung empfängt. Dieses Kreisexcenter sitzt auf einer horizontalen Welle, welche von der Schwungradwelle einer besondern kleinen Dampfmaschine aus mittels eines Stirnräderpaars ihre Rotationsbewegung empfängt.

Eine mit Hebelschere combinirte Durchstoßmaschine ist in Fig. 5 dargestellt. Hier bezeichnet A das feste Scherenblatt, B das bewegliche, C den Lochstempel, D den Lochring; a die Drehungsachse des kräftigen Hebels b, mit welchem sowol das bewegliche Scherenblatt als auch der Lochstempel in Verbindung stehen; derselbe trägt am äußern Ende eine Rolle c, auf welche eine herzförmige Scheibe d einwirkt, den Hebel b zu einer schwingenden Bewegung veranlassend. Die Achse der Scheibe d empfängt eine langsame Rotationsbewegung von einer Antriebwelle aus vermittels der Zahnräder e, f; auf dieser Antriebwelle sind außer dem Schwungrad g die beiden Riemenscheiben h_1, h_2 (Fest- und Losscheibe) aufgekeilt, auf welche der Treibriemen aufläuft. Man macht dieser Art Hebelscheren den Vorwurf, daß bei geradschneidigen Blättern der Schneidwinkel, d. h. der Winkel, unter welchem die Schneiden das Arbeitsstück erfassen, veränderlich ist und im Anfang des Schneidens leicht so groß wird, daß dem Arbeitsstück durch den Angriff der Blätter eine Verschiebung ertheilt wird. Die Bewegung des Lochstempels C, der in einer Prismenführung k des Gestells vertical verschiebbar ist, erfolgt niederwärts durch die kurze Verlängerung des Hebels b über a hinaus, aufwärts durch zwei zu beiden Seiten des Hebelkopfes drehbar angeschlossene Zugstangen i.

In Fig. 4 findet sich die Darstellung einer andern Verschmelzung von Hebelschere und Durchschnitt. Das bewegliche Scherenblatt und der Lochstempel sind hier, ähnlich wie bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung, an einem trapezförmig gestalteten, um einen horizontalen Bolzen drehbaren Gußstück befestigt, welches am obern Ende durch ein Kreisexcenter eine schwingende Bewegung empfängt; dieses Excenter ist auf einer hohlen, die Antriebwelle umschließenden Welle aufgekeilt und empfängt eine langsame Rotation vermittels eines aus zwei Räderpaaren bestehenden rückläufigen Räderwerks. Diese von de Bergherrührende Anordnung ist eine der elegantesten, die es gibt.

Als ein derselben ebenbürtiger Repräsentant der Parallelschere kann die in Fig. 3 dargestellte große Flacheisenschere von Whitworth gelten. Es bezeichnet A das an einem Gestellvorsprung feste untere Scherenblatt, B das vertical bewegliche Messer, was an einem in der Prismenführung a verschiebbaren Schlitten festgeschraubt ist; derselbe erhält seine Auf- und Abschiebung vermittels der Schubstange b von einem excentrischen Zapfen aus, der sich an dem obern Ende einer horizontalen, bei c im Gestell gelagerten Welle befindet. Das hintere Ende dieser Welle trägt ein großes Stirnrad d, im Eingriff mit einem auf der Schwungradwelle einer besondern Dampfmaschine aufgekeilten kleinern Stirnrad e; das Schwungrad ist mit f bezeichnet, die Kurbel mit g; h bezeichnet die Schubstange, i die Kolbenstange, k den Dampfcylinder, l das Schieberexcenter, m die Schieberexcenterstange, n den Schieberkasten, o das Dampfregulirungsventil, mittels eines in bequemer Höhe angebrachten Handrads p zu öffnen und zu schließen. Diese Scheere ist für den Gebrauch der Eisenhüttenwerke construirt, in welchen die ausgewalzten Rohschienen auf derselben in kürzere Stücke geschnitten werden, um aus ihnen alsdann Packete zu formiren. Wegen des ungleichveränderlichen Widerstandes beim Schneiden der Schienen ist der Betrieb durch einen besondern Dampfmotor entschieden vortheilhaft, da nunmehr nicht der regelmäßige Gang anderer Arbeitsmaschinen gestört werden kann.

Die in Fig. 7 und 8 dargestellte große Blechschere charakterisirt sich durch eine besondere große Länge der Scherenblätter, die es ermöglicht, die Blechtafeln nach erfolgtem Auswalzen ohne Abhitze am Rande zu beschneiden. Auch diese Maschine hat einen separaten Motor. Eine besondere auf die ersichtliche Einrichtung dient dazu, dies bewegliche Scherenblatt schnell in Stillstand zu versetzen, ohne die Betriebsmaschine aufzuhalten und den Stillstand der schweren rotirenden Massen abzuwarten.

Die Fig. 6 und 9 zeigen zwei sehr häufig angewendete Verschmelzungen von Parallelschere und Durchschnitt, die eine fahrbar (transportabel), die andere stationär; bei jener liegen Schere und Durchschnitt übereinander, bei dieser nebeneinander; bei beiden ist der Antrieb von einer Transmissionswelle aus mittels Treibriemen vorausgesetzt. In Fig. 9 ist das feste Scherenblatt mit A, das bewegliche mit B bezeichnet, der Lochring mit C, der Stempel mit D; B, D sind beide von einer im Gestell gelagerten Horizontalwelle aus eine Auf- und Niederschiebung; diese Welle empfängt eine langsame Rotation vermittels der Stirnräderpaare a b und c d von der im obern Gestelltheil gelagerten Antriebwelle, welche bei e_1, e_2 mit den Antriebscheiben, bei f mit einem Schwungrad ausgerüstet ist. Das Gestell ist als Hohlgußgestell ausgeführt; die in Fig. 6 dargestellte Maschine hat ein Rippengestell.

Noch ist des Lesers Aufmerksamkeit auf den in Fig. 10 dargestellten hydraulischen Durchschnitt zu richten. Hier wird die Niederschiebung des Stempels dadurch zu Wege gebracht, daß eine im Gestell verborgene kleine Druckpumpe, deren Spiel durch die Auf- und Niederbewegung des obern Handhebels veranlaßt wird, Wasser oder Oel aus einem Reservoir in einen Cylinder befördert, dessen Kolben mit dem Lochstempel ein Stück bildet; die Aufbewegung des letztern

ht mit Hülfe des untern Handhebels nach Her- g einer Communication zwischen Cylinder und oir. Man hat es also hier mit einer Ver- zung von hydraulischer Presse und Durchschnitt n.

Hobel und Hobelmaschinen.

(Tafel 4.)

r den **Hobel** ist charakteristisch, daß derselbe die beitung der Oberfläche fester Körper zu Stande t, indem er in geraden Zügen über diese Ober- hin- und hergeführt wird. Bei den von Hand be- n Hobeln wird ein zu tiefes Eindringen der eide durch die Oberfläche des Arbeitsstücks selbst ndert, auf welcher der das zugeschärfte Messer enthal- Hobelkasten hinläuft; bei den Hobelmaschinen esondere Prismenführungen in Anwendung, welche eder des Arbeitsstücks oder des Werkzeugs gerad- e Bewegung sichern. Die Anwendung der Hand- beschränkt sich auf die Bearbeitung weicherer erialien (Holz, weiche Metalle), wogegen zur Be- tung harter Materialien (Eisen) die durch elemen- Betriebskraft bewegten Hobelmaschinen im allge- sten Gebrauch sind.

ie Gestalt und Einrichtung der wichtigsten **Hand-** el ergibt sich aus den Fig. 12—23; dieselben haben eder einfache oder doppelte Eisen; von ersterer Art die in Fig. 12, 13 und 15 dargestellten, von der ern dasjenige in Fig. 14; hier liegt auf der Vor- eite des eigentlichen Hobeleisens, welches mit seiner neide die Ablösung eines Spans bewirkt, eine ver- bare Deckplatte, deren untere Kante bis nahe an Schneide des Eisens herangestellt ist; diese Deck- te bewirkt eine vielfache Knickung des vor dem n aufsteigenden Hobelspans und verhindert so, bei ungünstigem Faserlauf ein sogenanntes Ein- en erfolgt. Aus diesem Grunde eignen sich die Doppeleisen ausgerüsteten Hobel (Doppelhobel, **ppelrauhbank**, Fig. 20) besonders zur letzten Be- itung (Glättung) der Oberflächen. Fig. 12 stellt Eisen eines **Schrupphobels** dar, welcher zur ersten rbeitung rauher Flächen dient; hier ist die Schneide ensförmig (convex) gestaltet, damit die abzulösenden ine mehr dick als breit ausfallen; Fig. 13 zeigt Eisen eines **Schlichthobels**, durch eine gerade neide charakterisirt; in Fig. 15 ist das Eisen eines **rnieshobels** dargestellt, bei welchem die Schneide Profilform irgendwelcher Simsleisten entspricht. Befestigung solcher Eisen geschieht mittels eines jernen Keils, der mit dem Hammer vor dem Ho- eisen fest eingetrieben wird, neuerdings auch, um Gebrauch des Hammers zu beseitigen, mit Hülfe er Schraube und eines doppelarmigen Hebels. Bei in Fig. 19—21 dargestellten gewöhnlichen Ho- n zur Bearbeitung ringsum freier Flächen reicht Schneide des Hobeleisens nicht über die ganze eite des Hobelkastens, daher es nicht möglich ist, einem einspringenden Winkel die Bearbeitung bis innersten Kante hin fortzusetzen; wenn solches glich sein soll, so muß man dem Hobelkasten die Fig. 16 dargestellte Form geben (**Simshobel**) und m nun dem Hobeleisen im untern Theil eine Breite en, welche diejenige des Hobelkastens um einen ge- gen Betrag übertrifft. Ist die zu bearbeitende äche ringsum von einer in rechtem Winkel aufstei- nden Fläche begrenzt, handelt es sich also darum, n Grund eines Zapfenlochs glatt zu hobeln, so ver- ndet man den **Grundhobel** (Fig. 17), bei welchem r Hobelzahn ringsum freisteht und die Führung s eigenthümlich gestalteten Hobelkastens auf einer Oberfläche erfolgt, welche der zu bearbeitenden paral- lel liegt. Soll die Seitenfläche einer Nut von recht- eckigem Querschnitt bearbeitet werden, so gibt man dem Hobeleisen wie auch dem Querschnitt des Hobel- kastens eine Tförmige Gestalt und erhält so den in Fig. 22 dargestellten **Wangenhobel**. Die in Fig. 23 und 18 dargestellten Hobel dienen zur Herstellung von Nuten in ebenen oder hohlcylindrischen Oberflächen; hier sitzen im Hobelkasten zwei Vorschneider, welche dem Hobeleisen vorangehen und die von diesem abzu- lösenden Fasern vorerst sauber durchschneiden.

Zur Festhaltung des Arbeitsstücks beim Gebrauch der Hobel dient die in Fig. 11 dargestellte **Hobel- bank**; hier sind an einem dicken, aus hartem Holz her- gestellten Blatt zwei hölzerne Parallelschraubstöcke an- gebracht, von denen je nach Beschaffenheit des Falles der eine oder andere in Benutzung zu nehmen ist.

Die **Hobelstähle** zur Bearbeitung der Metalle (Fig. 24—26) sind von stärkern Dimensionen als die zur Holzbearbeitung und haben einen größern Schneid- winkel, dem bedeutendern Widerstande des Materials entsprechend. Am häufigsten finden die Stähle mit bogen- förmiger Schneide Anwendung (Schruppstähle), welche entweder aus einem einzigen Stück Stahl geschmiedet sind (Fig. 24) oder aus einem kurzen Stahlstück und einem schmiedeeisernen Halter bestehen (Fig. 25 und 26); im letztern Falle findet eine mehr ökonomische Verwendung des Stahls statt.

Diese Stähle finden ausschließlich in eigentlichen **Hobelmaschinen** Verwendung, welche vorzugsweise für die Bearbeitung der Metalle eine vielgestaltige Entwickelung gefunden haben (denn was man in der Bearbeitung des Holzes gemeinhin Hobelmaschine nennt, ist zwar eine zum Ersatz des Handhobels be- stimmte Maschine, die aber, weil sie mit rotirendem Werkzeug arbeitet, zu den Fräsmaschinen gehört). Man kann die Metallhobelmaschinen nach der Richtung, in welcher die einzelnen Schnitte erfolgen, in Vertical- und Horizontalhobelmaschinen eintheilen; bei den letz- tern empfiehlt sich eine weitere Untereintheilung in Horizontalhobelmaschinen mit bewegtem und solche mit feststehendem Stahl.

Die Einrichtung der **Verticalhobelmaschinen für Metalle** (auch **Stoßmaschinen** genannt) er- gibt sich aus den Fig. 1—3. Man erkennt hier, daß der Hobelstahl am untern Ende eines vertical ge- führten Stößels eingespannt ist, welcher von einer horizontalen, mit Stufenscheiben versehenen Antrieb- welle aus durch Kurbel und Zugstange (Fig. 2) oder durch Zwischenräder und Kurbelgetriebe (Fig. 1 und 3) die erforderliche Auf- und Niederschiebung erhält. Das Arbeitsstück (bei Fig. 1 ein Stirnrad, dessen Nabe mit einer Keilnut versehen werden soll) wird auf einem horizontalen, mit eingehobelten Nuten ver- sehenen Tisch festgespannt, welcher sowol einer drehen- den Bewegung um eine verticale Achse als auch zweier Verschiebungen nach zwei horizontalen, unter rechtem Winkel sich durchschneidenden Richtungen fähig ist. Diese drei Bewegungen können sowol durch die Hand des bedienenden Arbeiters (durch Drehung dreier Handkurbeln) erfolgen, als auch von der Antriebwelle durch geeignete Mechanismen abgeleitet werden. Man kann so dem Arbeitsstück nach jedem Schnitt eine solche Verschiebung (Zuschiebung) ertheilen, daß die entstehen- den Schnittflächen sich zu einer ebenen oder kreis- cylindrischen oder überhaupt zu einer Oberfläche er- gänzen, welche dem Geschlecht der allgemeinen Cylinder- flächen angehört. Es ist z. B. möglich, auf einer solchen Stoßmaschine die Zahnlücken eines Stirnrades nach einer vorgerissenen Linie fertig zu hobeln.

der Tisch eine solche Einrichtung, daß sein oberster Theil schief gestellt werden kann (Fig. 10), so wird es auch möglich, kegelförmige Gestalten auf Maschinen dieser Art zu vollenden.

Horizontalhobelmaschinen mit bewegtem Stahl (auch Feilmaschinen, Shapingmaschinen genannt) sind auf unserer Tafel durch die Figuren 4, 5 und 7 dargestellt. Der Stößel, welcher am vordern Ende in einem besondern Kopf den Stahl trägt, ist in einer horizontalen Prismenführung beweglich und erhält seine alternirende Bewegung von der Antriebwelle aus durch Mechanismen gleicher Art wie bei den Stoßmaschinen. Das Arbeitsstück wird auf einem consolenförmigen Tisch aufgespannt, welcher durch ein Schaltwerk eine schrittweise (den einzelnen Schnitten vorausgehende) Zuschiebung in horizontaler Richtung empfängt (Fig. 7); zuweilen steht auch dieser Tisch fest und es wird dem die Prismenführung des Stößels enthaltenden Theil durch Schaltwerk und Schraube die Querverschiebung ertheilt (Fig. 5); in beiden Fällen wird eine ebene Fläche an dem Arbeitsstück zu Stande kommen. Wird jedoch, wie in Fig. 4 und 5 angedeutet, das letztere auf einem horizontalen Dorn (zwischen zwei Kegel) eingespannt, welchem eine schrittweise Drehung ertheilt wird, so muß eine cylindrische Oberfläche entstehen, und es empfiehlt sich die so sich darbietende Herstellungsweise cylindrischer Oberflächen in denjenigen Fällen, wo dieselben nicht auf der ganzen Umfläche des Arbeitsstücks ausgebildet sind, daher sich zur Bearbeitung auf der Drehbank nicht eignen.

Horizontalhobelmaschinen mit feststehendem Stahl sind in den Fig. 6 und 9 zur Darstellung gebracht. Der Stahl sitzt in einem Support, welcher seine Schiefstellung und seine Verschiebung in verticalem Sinne gestattet und welcher selbst auf einem horizontalen, über die ganze Breite der Maschine reichenden Prisma verschiebbar ist. Hiernach kann dem Stahl nach jedem Schnitt mittels eines besondern Schaltwerks eine kleine Querverschiebung (zumeist auch eine Verschiebung in verticalem Sinne) ertheilt werden. Das Arbeitsstück wird mit Hülfe geeigneter Schrauben, Stege u. s. w. auf einem gußeisernen Tisch befestigt (aufgespannt), der mittels einer partiell ausgeführten Prismenführung auf einem langen und starken gußeisernen Bett horizontal verschiebbar ist. Auf seiner untern Seite trägt dieser Tisch eine Zahnstange, welche im Eingriff mit einem auf horizontaler Welle sitzenden Getriebe stehend von der Antriebwelle aus eine Vor- und Rückwärtsschiebung erhält. Es ist ersichtlich, wie hierdurch nach passender Anstellung des Hobelstahls die Oberfläche des aufgespannten Arbeitsstücks eben gehobelt werden kann. Damit auch Gegenstände von einiger Höhe Platz finden können, ist das den Support tragende Horizontalprisma an der Vorderseite zweier mit dem Bett verschraubter oder an demselben angegossener gußeiserner Ständer, welche am obern Ende durch einen Querbalken verbunden sind, vertical verschiebbar eingerichtet; seine Hebung und Senkung vollzieht sich mit Hülfe zweier verticaler Schrauben von gleicher Ganghöhe, welche von einer oberhalb der Ständer gelagerten Horizontalwelle aus gleichzeitig und gleichschnell gedreht werden können. Zwei an der Seite des Tisches in beliebigem (der Länge des Arbeitsstücks entsprechenden) Abstand zu befestigende Knaggen (in Fig. 5 zu sehen) bewirken durch ihren Anstoß an einen kurzen Hobel die rechtzeitige Umsteuerung der Tischbewegung und gleichzeitig die Querversetzung des Stahls.

Zu den Hobelmaschinen dieser Art ist auch die in Fig. 8 dargestellte Holzhobelmaschine (Abziehmaschine) mit dreifeststehenden Stählen zu rechnen, bei welcher die untere Seite eines in horizontaler Richtung geschobenen Bretes, indem es nach oben sich gegen die stehende Walzen stützt, über die Schneiden der Hobelmesser läuft, von denen jedes einen breiten, der Figur deutlich angegebenen Span abnimmt: Messer reichen hier über die ganze Breite des Artikels, was wegen der größern Weichheit des Materials zulässig ist; die Zuschiebung des Bretes erfolgt mit Hülfe glatter oder gerippter gußeiserner Walzen, welche paarweise vor und hinter den Messern angeordnet sind und in dem erforderlichen Sinne drehende Bewegung um ihre Achsen erhalten. Maschinen dieser Art können ebenso die Glättung von Brettern, Pfosten zum Zwecke haben, wie auch die Herstellung dünner Holzblätter für die Fabrikation der Streichhölzer u. dgl. Behandelt man das Holz vorher mit heißem Wasserdampf, der ihm eine auffallende Weichheit verleiht, so kann man den Messern eine sehr große Breite geben, und es vermag alsdann eine solche Maschine die auf Taf. 2 dargestellte Fournierschäle mit großem Vortheil zu ersetzen bei der Herstellung eigentlichen Fournüre, da sie keinen Verlust an Späne veranlaßt. Die in Fig. 8 dargestellte Maschine enthält übrigens noch zur Bearbeitung der Seitenfläche des Bretes rotirende Werkzeuge (Schneidköpfe), auf welche wir bei Besprechung der Fig. 6 zurückkommen.

Bohrer und Bohrmaschinen.

(Tafel 5.)

Zur Herstellung eines kreisrunden Lochs in Holz, Metall genügt es, ein am Ende zugespitztes, mit schneidenden Kanten versehenes Werkzeug, Stahl mit der Spitze auf das Arbeitsstück aufzusetzen, in Rotation um seine Achse zu versetzen, unter steter Übung eines Drucks in der Richtung dieser Achse. Werkzeug solcher Art heißt ein Bohrer. Die Form der Schneiden ist für verschiedene Materialien verschieden; auch hier muß der Zuschärfungswinkel der Schneiden um so größer sein (um so näher an 90 Grad kommen), je härter das zu bohrende Material ist. Bei den Bohrern für Holz (Fig. 13—17) sind daher die Schneiden unter einem Winkel von 20 bis 30 Grad zugeschärft, bei den Metallbohrern unter einem solchen von 50—80 Grad. Unter den Holzbohrern hat der Nagelbohrer (Fig. 16 und 17) einfachste Gestalt; hier läuft von der Spitze auf der Oberfläche eines schlanken Kegels eine Furche nach einer linksgängigen Schraube gestaltet nach oben, deren Schneiden zumeist so wenig zugeschärft ist, daß eine eigentliche Ablösung von Material beim Gebrauch nicht eintritt, vielmehr nur ein partielles Auseinanderdrängen der Fasern des Holzes, hinreichend, um einen Nagel mit größerer Leichtigkeit einschlagen zu können. Die Drehung dieser einfachsten Bohrer wird mittels eines am oberen Ende sitzenden Griffs von Hand bewirkt. Der in Fig. 13 dargestellte Schneckenbohrer unterscheidet sich von dem Nagelbohrer außer durch die größern Dimensionen wesentlich durch den kleinern Zuschärfungswinkel der beim Bohren vorangehenden schraubenartigen Schneide, welche die Ablösung breiter Späne zuläßt. Der Griff hat hier eine solche Größe, daß beim Gebrauch beider Hände, also auch die Ausübung eines kräftigern Drucks möglich ist. Fig. 14 zeigt einen Centrumbohrer, bei welchem an dem breiten lanzettförmigen Ende außer der beim Bohren vorangehenden Spitze einerseits ein scharfer, mit peripherisch gestellter Schneide versehener Vorschneider, andererseits eine mit radialer Schneide ausgerüstete Schaufel sitzt; die Er-

rt die Lage der Drehungsachse, der Durchmesser
nt die zu entfernenden Holzspänen am Umfang des
s sauber ab, die Schneide bewirkt die fortlaufende
hebung dieser Spänen mittels eines schraubenförmig
ig verlaufenden Schnittes. Als eine zu erwähnende
ch erfundene Variation des Centrumbohrers ist der
undbohrer, Fig. 15, zu betrachten, bei welchem
de, Verschneider und Schneid am Ende eines ab-
mpften Kegels sitzen; mittels dieses Bohrers ist
möglich, in den Boden eines mit Flüssigkeit gefüll-
Fasses ein Loch zum Entweichen eines Gehalts zu
ren, ohne daß die Flüssigkeit ausfließt; sobald nim-
der Bohrer durchdringt, verschließt der aufgetriebene
el sogleich die hergestellte Bohrung, worauf dann
einer raschen Bewegung dieses Werkzeugs seitens
Hahn ausgeschieden ist. Zu besonderer Hervor-
ung des Centrumbohrers dienen die Darstellungen
in Fig. 11 und 12 dargestellten Bohrleiter, in deren
eres Ende der Bohrer eingesetzt wird, während am
obere gabelförmige Ende mit der linken Hand
mit der durch den erforderlichen Druck erzeugten
d und die rechte Hand den in der Mitte befind-
en Griff erfaßt und im Kreise herumführt. Der
in Fig. 14 — 15 dargestellte Zentralbohrer
st und Fig. 16 den gewöhnlichen Spiralbohrer,
en beiden unteren Ende zwei schneidende Spi-
se gestellte Schneiden in einer Spitze zusammenlaufen
ichen Bohrmaschinen der der Umdrehung des Bohrers
ch nur in einem Sinne beim Bohren. Da-
hrer dieser Art bei verschiedenen Härte des Ma-
alls sich leicht verlaufen, so hat man versuchen
ch verbessern, daß man dem den Schneiden nah-
rden Theil des Bohrers mit einer größeren Länge
r Breite gegen den Durchmesser der Bohrung gab
t so eine mehr innere Führung des Bohrers in
he selbst verursachte (s. Fig. 17) bei dem in Fig.
dargestellten Bohrer, zum Bohren auf der Dreh-
al bestimmt, sitzt eine runde Scheibe am Ende
es Halbcylinders, es sind daher die seitlichen Spitze;
Kanonenbohrer ist auf einem Stahlcylinder
rt Außenbohrung zweier Schneiden gegeneinander
einen hergestellt und durch Anfeilen zweier zu
er Spitze zusammenlaufenden Kanten. Als die vol-
kommenste Form der Metallbohrer ist der in Fig. 22
gestellte Schraubenbohrer zu betrachten, bei
lchem das Abfließen der Späne in zwei schrauben-
rgförmigen Kanälen von einander entgegengesetzter
folgen kann. Unter den zur Herstellung der Metall-
hrer dienenden Bohrgeräthen ist die in Fig. 9
gestellte Bohrkurbel eine der gebräuchlichsten.
selbe unterscheidet sich von der Bohrleier wesentlich
durch, daß die Fortleitung oder Fortdrehung des
ohrers (d. h. seine Verschiebung in der Richtung der
ehungsachse) durch Vermittelung einer kleinen
chraube erfolgt, deren Muttergewinde sich in dem
rizontalen Arm eines mit dem Arbeitsstück zu ver-
indenden Gestells befindet; hierdurch wird es mög-
ch, die Bohrerschneiden — entsprechend der größeren
ärte des Materials — mit einer größeren Kraft auf
as Arbeitsstück wirken zu lassen. Während die Leitung
und die Drehung der Bohrkurbel im Kreise herum-
ährt, bewirkt die linke Hand mittels eines durch den
lopf der Stellschraube gehenden Knopfes eine schraubenförmige
Zuschiebung. In Fig. 10 ist eine zweckmäßige Com-
ination der Bohrkurbel mit der Bohrleier dargestellt;
ier erhält die Bohrkurbel nicht eine fortlaufende
Drehung, sondern eine pendelartige Schwingung, von
elcher ohne weiteres Zurück des Bohrers die
Zuschiebung des Bohrers mittels Sperrklinke, Sperr-
ad und Schraube abgeleitet wird.

Bei den Bohrmaschinen ist nur immer Vorsicht
haltung geboten, daß nur der beim Bohren zu
erbeitenden Bewegungen — Drehung und fortlaufende
Zuschiebung — jederzeit die ersteren von einer durch
Elementarkraft betriebenen Triebwerksmaschine abge-
leitet werden kann, während die zweite nicht durch den
Arbeiter mit Hilfe einer Hand bewirkt wird. So
zeigt Fig. 5 eine Bohrmaschine für Metalle,
bei welcher das Arbeitsstück auf einem in gewisser
Höhe angebrachten Tische befestigt ist, der in eine
vertikale Spindel endigende Bolzen durch Muttergewinde
eines Fußbodens in gewünschter Entfernung
erhalten wird, während die drehende Bewegung der
Bohrspindel von einer unterhalb befindlichen Antriebwelle
durch eine Riemenscheibe mit einem Kegelräderpaar
übertragen wird. Damit es hierbei möglich
werde, für Bohrer von verschiedenen Durchmesser mittels
derselben Antriebvorrichtungen zu erhalten, deren
Größe für jeden besonderen Fall in Erinnerung gebracht
ist, erhält die erwähnte Riemenscheibe, wie sie
beim ersten Blick von Schraubenräder von verschiedenen
Durchmesser nebeneinander angeordnet. Damit
ferner die Bohrspindel trotzdem sie mit der
beschriebenen Bewegungen ausführen kann, verhindert
ist, daß sie aus der Führung des feststehenden Kegelrades herausgehebt, während dieses
durch aus dem Gestell zu leitenden Arm verbunden ist,
daß es zum Drehen, aber nicht verschoben ist.

Von einer Vertikalbohrmaschine mit selbst-
thätiger Zuführung der Bohrer ist in Fig. 4 eine perspectivische
Ansicht. Auf der ersten die Drehung der Bohr-
spindel von einer horizontalen, mit Stirnrädchen ver-
sehenen Antriebwelle aus, mit welcher eine an der
Seite des Arbeitsstücks gelagerte Vorgelegewelle
in Verbindung steht. Auch ein besonderes, aus zwei Stirn-
rädchen bestehendes Stirnrädervorgelege ist es hier
nicht, die Zahl der dem Bohrer zu ertheilenden Ge-
schwindigkeiten auf das Vierfache der Zahl der Riemen-
scheiben (vier bei der auf Fig. 4) zu bringen. Die automa-
tische Zuführung des Bohrers wird von derselben
Antriebwelle durch folgende Mechanismen abgeleitet:
ein Riemenscheibe (Stufenscheibe), an der rechten Seite
der Figur sichtbar, horizontale Zwischenwelle, Schrauben-
räderpaar, vertikale Hülsenwelle, Stirnräderpaar,
Schraubenmutter mit Spindel; letztere ist mit dem
Gestell auf Schiebung, mit der Bohrspindel auf Drehung
verbunden, daher ist die der Schraubenmutter mitge-
theilte Drehung in eine Verticalschiebung der Bohr-
spindel umgesetzt.

Da es häufig vorkommt, daß an großen, schwer
bearbeitbaren Arbeitstücken (Maschinengestelle, Dampf-
cylinder u. s. w.) mehrere Löcher nach derselben Rich-
tung zu bohren sind, so hat man bei Verticalbohr-
maschinen zuweilen eine solche Einrichtung angebracht, daß
die Bohrspindel unbeschadet der ihr von der Kur-
belwelle aus zu ertheilenden Bewegungen mit-
hilfe eines gewissen Raumes nach jedem beliebigen
Punkt verlegt werden kann. Zu solchem Zweck [illegible]
führung des die Bohrspindel enthaltenden Schrau-
auf einem horizontalen Arm mit Drehung [illegible]
Arms erreicht, so nennt man diese Bohrmaschinen
Radialbohrmaschinen, deren eine auf einer [illegible]
ist durch Fig. 8 dargestellt ist. Zur [illegible]
Drehung des erwähnten Arms um eine [illegible]
Säule, an deren Fuße eine zur Leitung [illegible]
wegung bestimmt eingreifende Schnecke [illegible]
ist; die eine entweder an einem [illegible]
stehenden Kurbelwelle mit [illegible]
Kurbelwelle mit [illegible]
mittels einer [illegible]

zontale (in unserer Figur deutlich sichtbare) Welle, welche an der Bewegung des Arms theilnimmt, wie auch an der geradlinigen Verschiebung des Bohrspindelschlittens; diese Welle ist einerseits mit dem getriebenen Kegelrad auf Drehung verbunden (mittels Nut und Feder), und treibt andererseits die Bohrspindel, wonach leicht zu übersehen ist, daß für alle möglichen Positionen des Bohrers der Bewegungszusammenhang zwischen Antriebwelle und Bohrspindel unverändert bestehen bleibt. Die Zuschiebungsbewegung des Bohrers wird von der Rotation desselben in gleicher Art abgeleitet, wie bei den in Fig. 4 dargestellten Maschinen. Nur ist hier wie dort die Möglichkeit herbeigeführt, die Zuschiebung auch von Hand (durch Drehung des rechts von der Bohrspindel sichtbaren Handrades) auszuführen. Das Arbeitsstück wird an der horizontalen oder verticalen, mit T-Nuten versehenen Gestellfläche befestigt, oder auch, wenn es sehr groß ist, unmittelbar auf den Fußboden gestellt.

Um die Leistung einer Bohrmaschine auf das höchste Maß zu bringen, hat man sie wol mit mehrern Spindeln und Bohrern ausgerüstet, welche gleichzeitig zur Wirkung gebracht werden können. Eine Bohrmaschine (*vierspindelige Horizontalbohrmaschine*) ist in Fig. 6 unserer Tafel dargestellt; dieselbe dient zur Durchbohrung kleiner Arbeitsstücke und zeigt zugleich die bemerkenswerthe Umkehrung, daß die Drehungsbewegung nicht den Bohrern, sondern den Arbeitsstücken mitgetheilt wird und die Bohrer nur die geradlinige Verschiebung erhalten; es kann daher diese Maschine auch als vierspindelige Drehbank angesehen werden. In jedem Fall repräsentirt sie ein für die Maschinentechnik wichtiges Princip, das Princip nämlich der *Vervielfachung des Werkzeugs*, wonach der Totalaufwand für Gestell, Bewegungsapparat u. s. w. sich für jedes einzelne Werkzeug erheblich abmindern läßt.

Ein anderes Princip ist durch die in Fig. 2 dargestellte *einspindelige Bohrmaschine* dargestellt: die Verschmelzung der Arbeitsmaschinen mit einem separaten Motor (hier eine Verticalbohrmaschine mit einer oscillirenden Dampfmaschine). Eine solche Verschmelzung gewährt mancherlei Vortheile: die Arbeitsmaschine wird von andern Arbeitsmaschinen völlig unabhängig, kann in der Gleichförmigkeit ihres Ganges nicht durch diese beeinträchtigt werden, auch ihrerseits auf andere nicht störend einwirken; der Verbrauch an motorischer Substanz findet nur so lange statt, als die Benutzung der Arbeitsmaschine erfolgt; auch erlangt dieselbe eine für gewisse Fälle (Herstellung großer Arbeitsstücke, Brücken, Schiffskörper u. s. w.) werthvolle Transportfähigkeit, wenn man nämlich die Einrichtung sich getroffen denkt, daß die motorische Substanz (Dampf, Wasser, comprimirte Luft) durch biegsame oder gelenkige Vorrichtungen von der Quelle derselben nach der Arbeitsmaschine hingeleitet wird.

Eine schöne und werthvolle Verallgemeinerung hat das Bohren endlich bei den sogenannten *Langlochbohrmaschinen* oder *Nutenbohrmaschinen* erfahren, die in den Figuren 1, 3 und 7 ihre Darstellung gefunden haben. Hier kommt zu den zwei oben erörterten Bewegungen noch eine dritte, nämlich eine geradlinige Translation des Arbeitsstücks rechtwinklig zur Bohrerachse (Fig. 3) oder — bei ruhendem Arbeitsstück — eine ebensolche Bewegung des Bohrers mit Bohrspindel und Zubehör. Denkt man sich den Bohrer zunächst bis zu einer gewissen Tiefe in das Arbeitsstück eingedrungen und sodann diese Bewegung innerhalb gewisser Grenzen hin und her erfolgen, unter jedesmaliger Tieferstellung des Bohrers in den Umkehrmomenten, so wird statt eines kreiscylindrischen Loches eine Nut mit halbcylindrisch abgerundeten Enden zu Stande kommen, deren Glätte und Sauberkeit den strengsten Anforderungen genügt. Solche Nuten (deren Enden sich übrigens nachträglich leicht rechteckig ausstemmen oder ausstoßen lassen) mußten früher mühsam mit dem Meißel oder Stemmeisen ausgearbeitet werden. Diese Langlochbohrmaschinen bilden übrigens den Uebergang von den Bohrmaschinen zu den Fräsmaschinen, daher es kommt, daß die für Langlochbohrmaschinen gebräuchlichen Bohrer auf der die Fräsmaschinen betreffenden Taf. 6 (in den Fig. 11 und 12, Zweizahnbohrer und Kronenbohrer) dargestellt sind.

Schleifsteine, Feilen und Fräsmaschinen.

(Tafel 6.)

Als ältestes und einfachstes Werkzeug zur Verarbeitung harter Materialien durch Hinwegnahme feiner Späne ist der von Hand geführte *Schleifstein* zu betrachten, aus einem Stück eines harten, grob- oder feinkörnigen Sandsteins, Thonschiefers oder anderen Gesteins bestehend. Es ist anzunehmen, daß der Mensch auf dieses Werkzeug durch die Wahrnehmung gekommen ist, daß die bei den Reibmühlen (Taf. 1) angewendeten Steine sich infolge ihrer Rauhigkeiten in merklichem Grade selbst abnützen. Jedes rauhe Gesteinstück, wenn es auf einem Arbeitsstück unter einigem Druck beharrlich hin- und hergetrieben wird, bewirkt durch Hinwegnahme vieler kleiner Theilchen eine Formänderung an diesem Arbeitsstück hervor. Gegenwärtig sind die Handschleifsteine besonders zum Schärfen der Messer, Meißel und anderer Stahlwerkzeuge im Gebrauch, und es ist hier gewöhnlich die Beziehung zwischen Werkstück und Werkzeug insofern umgekehrt, als nun ersteres auf letzterm herumreibt, besonders wenn das durch Schleifen zu bearbeitende Stück nicht sehr groß ist. Doch gibt es genug Fälle, in denen dem Handschleifstein die Bewegung ertheilt wird (Schleifen der Sense), und besonders hat man *künstliche Schleifsteine* (bereitet aus einer Mischung von Leim mit Schmirgelpulver oder vulkanisirtem Kautschuk und feinem Sand u. dgl.) in solcher Art vorgerichtet, mit einem handlichen Griff verbunden, daß die Führung auf der Oberfläche eines Arbeitsstücks mit Leichtigkeit erfolgen kann (Taf. 6, Fig. 22). Um solchem Werkzeug die höchste Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung zu ertheilen, hat man später dasselbe aus gehärtetem Stahl gefertigt und die erforderliche rauhe Oberfläche durch Aufhauen derselben mit einem spitzen oder schneidigen Werkzeug hergestellt (*Raspeln*, Fig. 20, *Feilen*, Fig. 21.) Um kleinere Arbeitsstücke, die nicht durch ihr eigenes Gewicht festliegen, beim Gebrauch solcher Werkzeuge gehörig festzuhalten, hat man besondere Einspannvorrichtungen erfunden, als deren wichtigster Repräsentant der *Schraubstock* in Fig. 19 unserer Tafel dargestellt ist. Derselbe besteht aus zwei durch Scharnier drehbar verbundenen Backen, welche mittels einer Schraube gegeneinander verstellt werden können und zwischen denen das Arbeitsstück so festgeklemmt wird, daß die zu bearbeitende Oberfläche freiliegt und für den Gebrauch der Feile oder Raspel zugänglich ist. Von den beiden Backen ist der eine fest mit einer Werkbank verbunden.

Wie nun bei weiterer Entwickelung aller Werkzeuge insbesondere zur Benutzung elementarer Betriebskraft die drehbare Bewegung zu Hülfe genommen wird, so haben sich auch hier in dem *rotirenden Schleifstein* (Fig. 4) und in der *Fräse* (Fig. 11 bis 18) die man als *rotirende Feile* betrachten kann, höchst

istungsfähige Maschinenwerkzeuge herausgebildet, de- n allgemeine Benutzung zur Bearbeitung der Me- lle und Hölzer noch fortwährend im Zunehmen be- riffen ist.

Der in Fig. 4 dargestellte einfache Schleifstein ist i jeder Holz- und Metallbearbeitungswerkstatt anzu- effen; ein kreiscylindrisch behauener feinkörniger andstein ist mittels gußeiserner Scheiben, die ihn vischen sich fassen, mit einer horizontal gelagerten Welle verbunden und erhält von einer Antriebwelle us mittels eines Treibriemens rotirende Bewegung; ie Lager der Welle sitzen auf dem Rande eines guß- isernen Trogs, welcher das zur Kühlhaltung des rbeitsstücks etwa zugeführte Wasser und die durch en Schleifproceß losgerissenen Theilchen des Steins nd des Werkstücks (den Schleifschmant) aufzunehmen estimmt ist. Vor dem Stein, wo die Oberfläche des- elben im Niedergang begriffen ist, trägt der Trog ittels zweier nach dem Steindurchmesser verstellbarer tützen eine gußeiserne Schiene (die Auflage) zur nterstützung des zu schleifenden Stücks. Für den ewöhnlichen Antrieb sind auf der einen Seite des teins zwei Riemenscheiben, eine Fest- und Losscheibe, uf die Welle gekeilt; auf der andern Seite sitzt eine ölzerne Scheibe von größerm Durchmesser, welche eim Abdrehen des Steins zur Herstellung der kreis- ylindrischen Form desselben benutzt wird, wobei eine eringere Umfangsgeschwindigkeit genügt.

Der in Fig. 8 dargestellte mehrfache Schleif- stein soll wieder das Princip der Vervielfachung des Werkzeugs illustriren: dasselbe Gestell, derselbe An- triebmechanismus dient gleichzeitig für sechs Schleif- steine; sind dieselben in verschiedenem Grade feinkörnig, so kann die Vollendung eines Arbeitsstücks, indem der Arbeiter zuerst die grobkörnigen, zuletzt die feinkörnigen Steine benutzt, mit möglichst geringem Zeitverlust erfolgen.

Die Fräsen sind aus gehärtetem Stahl hergestellte Rotationskörper, auf ihrem Umfang mit Schneiden versehen, welche durch Drehung des Werkzeugs um die geometrische Achse zur Wirkung gelangen. Die in den Fig. 11 bis 15 dargestellten Fräsen für Metall schließen sich am nächsten an die Metallbohrer an; die mit 11 und 12 bezeichneten wurden schon als Langlochbohrer erwähnt; unter Fig. 13 und 14 sind zwei sogenannte Senker dargestellt, welche dazu dienen, cylindrische Löcher kegelförmig oder halbkugelig zu erweitern; Fig. 15 stellt die am häufigsten an- gewendete Scheibenfräse dar, die entweder mit ihrer cylindrischen Umfläche oder mit ihrer ebenen Endfläche benutzt werden kann. Eine sehr ausgedehnte Verwendung finden die Fräsen zur Herstellung ver- zahnter Räder, wenn an deren richtige Form die höchsten Anforderungen gestellt werden. In Fig. 6 ist eine hierzu brauchbare Maschine (Räderschneidemaschine) zur Darstellung gebracht. Die Fräse, deren Form genau der Gestalt der herzustellenden Zahnlücken entspricht, sitzt auf einer horizontalen Achse, die von der An- triebwelle aus eine langsame Drehbewegung erhält; gleichzeitig kann man ihr eine geradlinige Verschiebung in verticalem Sinne ertheilen; das Arbeitsstück, ein gegossenes glattrandiges Rad, ist auf eine Plan- scheibe aufgespannt, welche sowol einer horizontalen Verschiebung als auch einer horizontalen Drehung fähig ist; die erstere wird dazu benutzt, das Rad gegen die Fräse richtig anzustellen, die letztere, das- selbe nach Vollendung einer Zahnlücke um den er- forderlichen, der Radtheilung entsprechenden Winkel zu drehen. Indem, wie aus der Figur zu ersehen, der Aufspanntisch auch schief gestellt werden kann, ist es möglich, diese Maschine auch zur Herstellung von Kegelrädern zu benutzen.

In neuerer Zeit hat sich die Benutzung der Fräs- maschinen für Metallbearbeitung ungemein gesteigert; dieselben sind überall, wo es sich um fabrikative Herstellung von Maschinentheilen und ganzen Maschinen handelt, mit entschiedenem Vortheil zu brauchen und lassen am besten die genaue Uebereinstimmung aller Exemplare eines gewissen Arbeitsstücks erreichen. Letz- terer Umstand ist von großer praktischer Wichtigkeit bei der Herstellung z. B. der Handfeuerwaffen, der Schlösser und der Nähmaschinen.

Die zur Bearbeitung des Holzes dienenden Fräsen unterscheiden sich von den Metallfräsen wesent- lich in zwei Punkten: die Schneiden sind schärfer zu- geschliffen und die Umfangsgeschwindigkeit ist eine er- heblich größere, beides mit Rücksicht auf die Weichheit und die faserige Structur des Holzes; in den Fig. 7, 16—18 sind die hauptsächlichsten Formen der Holz- fräsen (Fräsköpfe, Messerwalzen) dargestellt. Fig. 7 zeigt eine zur Herstellung ebener Flächen die- nende Holzfräse, bei welcher die Schneiden eine schrau- bengangförmige Gestalt haben, womit eine möglichst gleichförmige Wirkung erzielt wird: die Figur läßt zu- gleich erkennen, wie das Anschleifen der Schneiden nach eingetretener Abnutzung zu bewirken ist: auf einer zur Fräsenachse parallelen, mit doppelten Schrauben- gängen versehenen Welle wird eine schmale Schleif- scheibe, die in schneller Rotation begriffen ist, langsam hin- und hergeführt, unter angemessener Anstellung an die Fräse. Messerköpfe dieser Art werden in Ma- schinen von der durch die Fig. 2 und 9 dargestellten Anordnung zur Wirkung gebracht, indem das Arbeits- stück (ein Bret, eine Pfoste u. s. w.) mittels einiger Paare gerifselter und stark belasteter Walzen darunter hingeschoben wird. Da solche Maschinen mit großem Vortheil die sonst zur Bearbeitung gebräuchlichen Hobel ersetzen, so pflegt man sie gewöhnlich mit dem Namen Hobelmaschinen zu belegen.

Die in den Fig. 16 und 18 dargestellten Fräsen wirken mehr schabend als schneidend; die Messer stehen senkrecht zur Oberfläche des Werkstücks; dieselben dienen vorzugsweise zur Herstellung geschweifter Leisten, in welchem Falle die Fräsmaschine die in Fig. 3 ersicht- liche Anordnung erhält: eine verticale, mit großer Ge- schwindigkeit umlaufende Welle ragt mit dem obern Ende über einen gußeisernen gehobelten Tisch hervor und trägt hier den Fräskopf; der Arbeiter führt das Ar- beitsstück in der erforderlichen Richtung diesem Fräs- kopf langsam entgegen, womit eine der jeweiligen Ge- stalt der Fräsen entsprechende Profilirung desselben zu Stande kommt.

Auch zur Herstellung von Nuten, Federn und Zapfen können rotirende Messerwalzen mit Vortheil verwendet werden, indem man den Schneiden genau die Breite des wegzuarbeitenden Holzkörpers zur Länge gibt und übrigens sie so gestaltet, daß sie zu einiger Tiefe einzudringen vermögen (Fig. 17). Handelt es sich um Herstellung eines Zapfens am Ende eines Balkenstücks, so erhält die Fräsmaschine (Zapfen- schneidemaschine) die in Fig. 1 dargestellte Form; das Werkstück ist auf einen Tisch festgespannt, die Fräsenachse findet sich an einem Schlitten gelagert, welcher mittels eines Handhebels langsam vertical ab- wärts geführt werden kann, womit der Fräskopf zur Wirkung gebracht wird; derselbe enthält in diesem Fall zwei Messer, damit die beiden seitwärts vom Zapfen befindlichen Holzkörper weggearbeitet werden.

Sollen dagegen Breter auf ihren Seitenflächen mit Nut und Federn versehen werden, so nimmt die Ma-

schine die durch Fig. 5 vorgeführte Gestalt an; hier sitzen die Schneidköpfe auf zwei im Gestell gelagerten verticalen Wellen, deren Drehung von der horizontalen Antriebwelle aus mittels halbgeschränkter Riemen erfolgt, und es wird das Bret mittels zweier Paare belasteter Riffelwalzen zwischen ihnen hindurchgeführt.

Nicht selten werden Holzfräsmaschinen mit mehrern (2—4) Fräsköpfen in solcher Art ausgerüstet, daß drei oder alle vier Seiten eines Bretes gleichzeitig fertig gefräst werden können (Fig. 9).

Die bisher besprochenen Holzfräsen faßt man häufig mit dem Namen **Walzenfräsen** zusammen; die wirksamen Schneiden sitzen auf dem walzenförmigen Theil der Oberfläche; in Fig. 10 ist noch die Form und äußere Anordnung einer **Scheibenfräse** dargestellt, bei welcher die Schneiden in radialer Stellung auf der ebenen Endfläche des Rotationskörpers sich befinden; die Wirkung solcher Schneiden kommt noch am meisten derjenigen des Handhobels nahe, da dieselben über die ganze Breite des Werkstücks hinstreifen und längere Späne ablösen; gibt man den in die Fräse eingesetzten Messern die Einrichtung der Doppeleisen der Handhobel (Taf. 4, Fig. 14), so eignet sich diese Form in besonderm Maße zum Schlichten, d. h. zur letzten feinen Bearbeitung der Oberflächen, womit sich der Name **Schlichthobelmaschine** rechtfertigt.

Wegen ihrer Einfachheit und Leistungsfähigkeit nehmen die Fräsmaschinen als Hülfsmittel zur Herstellung ebener und cylindrischer Oberflächen unter Benutzung elementarer Betriebskraft gegenwärtig den ersten Rang ein.

Drehstühle und Drehbänke.

(Tafel 7.)

Zur Herstellung solcher Arbeitsstücke, welche die Gestalt eines Rotationskörpers empfangen sollen, sind die auf Taf. 7 dargestellten Maschinen unentbehrliche Hülfsmittel. Das Charakteristische derselben liegt in der Veranstaltung, daß das Werkstück in rotirende Bewegung um eine meist horizontale Achse versetzt wird, während ein meißelförmig zugeschliffenes Werkzeug (der Drehstahl), in geeigneter Art unterstützt, an dem Umfang desselben zur Wirkung gebracht wird, alle entgegenstehenden Theile des Werkstücks in Form dünner Späne ablösend. Da jeder Punkt eines rotirenden Körpers einen Kreis beschreibt, so müssen alle Querschnitte des Arbeitsstücks Kreise werden, wenn nur der Drehstahl während jeder Umdrehung desselben seinen Abstand von der Drehungsachse nicht verändert; gibt man nun dem Drehstahl während schneller Rotation des Werkstücks eine langsame seitliche Verrückung auf einer zur Drehungsachse parallelen Geraden, so muß ein schraubengangförmiger Schnitt entstehen, dessen einzelne dicht aneinander fallende Windungen eine kreiscylindrische Oberfläche bilden, und es erhellt, wie auf solche Art, indem man nur die Richtung der Form der von dem Drehstahl beschriebenen Bahn ändert, die Herstellung kegelförmiger, ebener, kugelförmiger und anderer Oberflächen gelingen muß.

Die älteste und einfachste Vorrichtung zum Drehen ist der **Drehstuhl** (Fig. 11), der jetzt fast nur noch zur Herstellung sehr kleiner Arbeitsstücke, z. B. in den Uhrmacherwerkstätten, benutzt wird; hier wird das Arbeitsstück zwischen zwei Stahlspitzen eingespannt, die gegeneinander verstellt werden können; dieselben sitzen in zwei Docken, von welchen die eine mit dem horizontalen, in einen Schraubstock einzuspannenden Stab ein Ganzes bildet, die andere nach der Länge des Stücks auf diesem Stab versetzt werden kann. Auf das Arbeitsstück selbst setzt man eine kleine Rolle, um welche die Schnur eines Fiedelbogens geschlungen wird; zieht man den letztern mit der Hand hin und her, so versetzt man das Arbeitsstück in Vorwärts- und Rückwärtsdrehung und kann nun durch Anhalten des Drehstahls mit der andern Hand, unter Benutzung der T förmigen Auflage, das Abdrehen schwacher oder starker Späne bewirken. In früherer Zeit gab es an vielen Orten (hier und da noch jetzt) Drehstühle, bei denen die Drehung des Arbeitsstücks mittels eines Fußtritts bewirkt wurde; eine Schnur, die von dem Tritt aufwärts geführt war, umschlang das zu drehende Stück und war endlich mit dem obern Ende an einer an der Decke befestigten elastischen Wippe angehangen, sodaß der Fuß des Arbeiters die Vorwärtsdrehung, die Elasticität der Wippe aber die Rückwärtsdrehung des Werkstücks veranlassen konnte.

Weil der Stahl nur während der Vorwärtsdrehung auf das Arbeitsstück einwirken kann, also die Hälfte der Zeit verloren geht, wendet man gegenwärtig fast ausschließlich solche Drehvorrichtungen an, bei denen eine ununterbrochene Drehung in einem Sinne ertheilt werden kann. Die hauptsächlichsten Typen dieser Vorrichtungen (**Drehbänke**) sind auf unserer Tafel dargestellt.

Bei der gewöhnlichen **Fußdrehbank** (Fig. 1) wird mittels eines durch den Fuß bewegten Trittbrets zunächst eine im untern Theile des Gestells liegende Antriebwelle in Rotation versetzt, welche durch einen Schnurlauf mit der im obern Theil, zur linken Seite des Arbeiters gelagerten Lauffspindel in Verbindung gesetzt ist; mit dieser Lauffspindel wird das zu bearbeitende Stück auf irgendeine Art so verbunden, daß es an der Drehbewegung derselben theilnehmen muß. Lange Arbeitsstücke werden hierbei am rechtseitigen Ende mittels der im sogenannten **Reitstock** befindlichen Spitze unterstützt, daher die Stellung dieses Reitstocks gegen den die Lauffspindel enthaltenden **Spindelstock** nach der Länge des Arbeitsstücks muß verstellt werden können. Der Drehstahl wird von beiden Händen des Arbeiters gehalten, wobei die in passende Stellung zu bringende Auflage zur Unterstützung dient; der Drehstahl bildet so einen zweiarmigen Hebel, an dessen kurzem Arm der aus der Festigkeit des Materials entspringende Widerstand angreift und auf dessen langem Arm die Kraft der Hände des Arbeiters einwirkt. Die verschiedenen Formen der bei solchen Drehbänken zu verwendenden **Drehstähle** sind in Fig. 14 dargestellt; die ersten sechs dienen zum eigentlichen Drehen, die letzten zwei (Strehler) zum Einschneiden von Schraubengängen in fertig gedrehte cylindrische Oberflächen.

Drehbänke, bei welchen sowol die Drehung des Arbeitsstücks wie auch die Führung des Drehstahls durch elementare Betriebskraft erfolgt, heißen **Support drehbänke**, deren einfachste Form in Fig. 1 dargestellt ist. Die Lauffspindel trägt hier mehrere Riemenscheiben von verschiedener Größe, denen eine gleich große Zahl von Scheiben an einer Vorgelegswelle entspricht, und es wird mittels eines Treibriemens die Uebertragung der fortlaufenden Drehbewegung bewirkt, sobald die Vorgelegswelle durch irgendeinen Motor in Gang gesetzt ist. Der Drehstahl ist an einem Schlitten (Support) fest eingespannt, und es erhält derselbe auf dem gehobelten Bett der Maschine eine langsame Verschiebung parallel zur Drehungsachse durch Vermittelung einer im Innern des Bettes gelagerten, daher in der Figur nicht sichtbaren Schraube (Leitspindel), für welche der Supportschieber auf der untern Seite die passende Mutter trägt; die Drehung der Leitspindel wird durch Riemen- und Radübersetzung von der Drehung der Lauffspindel abgeleitet. Je

stehend beschriebenes Arrangement nur zur Her-
lung kreiscylindrischer Oberflächen brauchbar ist, be-
f keiner weitern Auseinandersetzung.
Die in Fig. 4 abgebildete Supportdrehbank zeigt
en die eben besprochenen zwei bemerkenswerthe Ab-
chungen: der Spindelstock enthält außer der Lauf-
idel noch eine parallel zu derselben gelagerte Hülfs-
le, welche durch zwei Räderpaare so mit ihr ver-
den werden kann, daß die auf die Stufenscheiben
rtragene Bewegung erheblich verlangsamt der Lauf-
idel selbst mitgetheilt werden kann; da außerdem
Stufenscheiben direct mit der Lauffspindel verbunden
den können, so ist es möglich, bei derselben Ge-
indigkeit der Vorgelegswelle mittels einer vier-
igen Stufenscheibe acht verschiedene Geschwindig-
en dem Arbeitsstück mitzutheilen und so für in
ten Grenzen verschiedene Durchmesser desselben doch
ier dieselbe vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit zu
alten. Die zweite Eigenthümlichkeit der Drehbank
g. 4) ist die gleichzeitige Einwirkung zweier Dreh-
le auf beiden Seiten des Arbeitsstücks, welche nicht
in die Leistung der Bank auf das Doppelte erhöhen,
dern auch die Durchbiegung des Arbeitsstücks unter
Einwirkung des Stahls verhindern soll; zur Auf-
me dieser beiden Stähle ist der Supportschlitten
zwei besondern Supports ausgerüstet, von denen
r für sich als Kreuzsupport ausgeführt ist, d. h.
i Horizontalschiebungen des Stahls nach zwei zu-
nder senkrechten Richtungen zuläßt. Die Detail-
richtung solcher Kreuzsupports ist aus den Fig. 8
) 9 mit Deutlichkeit zu ersehen.
Die Maschinendrehbänke erhalten nicht selten, um
e Verwendbarkeit möglichst zu erhöhen, ein ge-
pltes Bett (Fig. 3 und 10); unmittelbar neben dem
indelstock, unterhalb des zum Einspannen der Ar-
sstücke mit geeigneten Vorrichtungen zu versehenden
indelkopfs, ist das Drehbankblatt auf eine gewisse
ge hin ausgeschnitten, sodaß nun auch Arbeitsstücke
größerm Halbmesser, als der Spitzenhöhe entspricht
wenn ihre Länge nicht zu groß ist — abgedreht
den können. Die Beliebtheit dieser Drehbankform
rtigt sich durch den Umstand, daß die am häu-
en vorkommenden Arbeitsstücke entweder lang und
n oder kurz und dick sind; sie bildet den Ueber-
g zu den ausschließlich für scheibenförmige Arbeits-
e von größerm Durchmesser bestimmten
Planscheibenbänken, wie solche in Fig. 2 und 5
geführt werden. Zur Aufnahme des Arbeitsstücks
t hier eine große, auf den Spindelkopf aufge-
ubte, mit Durchbrechungen und Tförmigen Furchen
ebene gußeiserne Scheibe (Planscheibe); der
stock befindet sich mit dem Stahlsupport entweder
einem besondern, jedoch durch eine Fundament-
te mit dem Spindelstock verbundenen Bett (Fig. 2),
er kommt ganz in Wegfall (Fig. 5), sodaß als
n nur für den Support ein besonderes Gestell er-
rlich ist. Zum Abdrehen großer Riemenscheiben,
lscheiben, Zahnräder, Turbinenräder u. dgl. sind
e Planscheibenbänke unentbehrlich.
ls eine Verdoppelung der gewöhnlichen Planschei-
ank kann die in Fig. 7 dargestellte Räderdreh-
k angesehen werden, auf welcher die durch Ab-
ung deformirten Spurkränze der Eisenbahnwagen-
r abgedreht werden; bei diesem Abdrehen bleiben
se, Räder und Spurkränze zusammen, bilden ein
ck, welches wegen seiner Ausdrehung und wegen
Elasticität der Achse nicht von einer Seite her an-
ieben werden darf; es werden daher beide Räder
Planscheiben, die eine selbständige Drehung er-
en, in Verbindung gesetzt, womit jede unerwünschte
Erzitterung der Räder beim Angriff der Drehstähle vermieden wird; die Supports müssen eine Höhe haben, daß die Schneiden der Stähle nahe in der Höhe der Drehungsachse angreifen.

Die Formen der bei Maschinendrehbänken angewendeten Drehstähle sind aus Fig. 12 zu ersehen; hier sind a und c gewöhnliche Schruppstähle für Metalle, b ist ein Drehstahl für Holz, d und e sind Stähle, bei denen ein in einen schmiedeeisernen Schaft eingesetztes Stück Dreikantstahl oder Rundstahl die zur Wirkung kommende Schneide trägt; diese Ausführungsform gestattet eine möglichst ökonomische Verwendung des Stahls und macht das sonst unvermeidliche Ausschmieden des Werkzeugs entbehrlich.

Zuweilen werden die Maschinendrehbänke mit Einrichtungen versehen, welche den Stahl nach einer krummen Linie führen, z. B. mit einer façonnirten Leitschiene, gegen welche der oberste Querschieber stets durch ein Gewicht angedrückt wird (Curvensupport, Fig. 15).

Noch ist einer eigenthümlichen Modification der Drehbank zu gedenken, welche die Herstellung unregelmäßig gestalteter Gegenstände gestattet, unter Benutzung eines gegebenen Vorbildes (Patrone) einen mechanischen Copirproceß vollzieht. Das Princip dieser sogenannten Copirdrehbänke ergibt sich aus der Skizze Fig. 13. Patrone und Arbeitsstück sind mittels eines zweispindeligen Spindelstocks und eines doppelten Reitstocks zwischen Spitzen eingespannt und erhalten gleich schnelle Rotation in gleicher Richtung; gegen den Umfang der Patrone wird eine glattrandige Scheibe stetig angedrückt, welche sich mit einer in Drehung befindlichen Fräse auf einem gemeinsamen Querschieber befindet; die Fräse erhält daher eine gewisse von der Patrone abhängige Verschiebung und wird so, passend angestellt, die Form derselben an dem Arbeitsstück reproduciren; diese Fräse ersetzt hier den gewöhnlichen Drehstahl, daher diese Maschine ebenso wol zu den Fräsmaschinen wie zu den Drehbänken zu rechnen wäre.

Vorbereitungsmaschinen der Spinnerei.

(Tafel 8.)

Es ist für die Maschinenspinnerei in hohem Grade charakteristisch, daß sie nicht wie die Handspinnerei mit einem Schritte von der büschel- oder haufenweisen Anordnung der Fasern zu einem feinen Faden übergeht, vielmehr zunächst auf die Bildung eines starken bandförmigen Halbfabrikats hinarbeitet, in welchem die Fasern frei von allen fremdartigen Körpern möglichst regelmäßig, gerade ausgestreckt und parallellaufend nebeneinanderliegen und welches sodann erst ganz allmählich, schrittweise zu der geforderten Feinheit ausgezogen, endlich durch Zusammendrehen mit der erforderlichen Festigkeit ausgerüstet wird. Man kann daher wol zu Erlangung eines allgemeinern Ueberblicks die gesammte Maschinenspinnerei in zwei Abschnitte theilen: 1) Herstellung eines Bandes, und 2) Verwandlung dieses Bandes in Feingespinst; die hauptsächlichsten Formen der für den ersten Abschnitt angewendeten Maschinen sind auf Taf. 8 zusammengefaßt, während die Figuren der Taf. 9 sich auf den zweiten Abschnitt beziehen.

Beginnen wir bei Betrachtung der Taf. 8 mit dem wichtigsten Faserstoff, der Baumwolle, so haben wir daran zu erinnern, daß hier die erste mit maschinellen Hülfsmitteln auszuführende Operation das Egreniren, d. h. die Trennung der Fasern von den durch sie eingehüllten Samenkernen ist. Die Fig. 12 und 13 stellen zwei hierzu benutzte Maschinen im Verticalschnitt dar. Bei der Sägen-Egrenirmaschine, Fig.

12, ist der hauptsächlich wirksame Theil ein mit Kreissägen besetzter Cylinder a; b bezeichnet eine Bürstwalze, c c einen aus eisernen Stäben zusammengesetzten Rost, welcher unterhalb an der Platte d, zur Ausführung der Samenkerne dienend, befestigt ist und mit dieser Platte durch die in das Querstück f tretenden Schrauben e in die geeignete Lage gegen die Zähne der Sägeblätter gestellt werden kann. Um diese Verstellung zuzulassen, sind die Roststäbe oberhalb ebenfalls mit einer Platte verbunden, welche durch Scharniere g an dem obern Querstück h befestigt ist. Der Rumpf zur Aufnahme der zu egrenirenden Baumwolle wird zu beiden Seiten durch die Gestellwände, vorn durch die verstellbare Wandfläche i, unten durch den Rost und nach hinten durch die gekrümmte Platte l begrenzt; i kann vor und zurück, höher und tiefer gestellt und durch die Schraubenbolzen n an den Seitenwandflächen befestigt werden; es hat dies namentlich zum Zwecke, den an i unterhalb angebrachten Kamm k so gegen die Sägeblattwalze zu stellen, daß der Samen durch den zwischen k und c bleibenden Schlitz mit der erforderlichen Geschwindigkeit abziehen kann. Die gekrümmte Platte l ist bei o drehbar und kann durch die Schraube m in einer mehr oder weniger niederwärts geneigten Lage festgestellt werden, um dadurch das zu bearbeitende Material mehr oder weniger gegen die Sägeblätter gepreßt zu erhalten. Soll eine schnellere und intensivere Einwirkung auf die zu egrenirende Baumwolle erfolgen, so wird d gesenkt, ein weiteres Heraustreten der Zähne über den Rost dadurch bewirkt und gleichzeitig l nach vorn zu bewegt; die entgegengesetzte Stellung findet statt, wenn man langsamern Gang und schwächern Angriff auf die Fasern beabsichtigt. Fällt der Samen nicht schnell genug aus der Maschine, so wird i höher und weiter nach vorn zu gestellt; fällt der Samen zu schnell und noch nicht genügend gereinigt aus der Maschine, so findet die entgegengesetzte Verstellung von i statt. Auf der Rückseite der Walze befindet sich zwischen den Sägeblättern ein zweiter oder Reinigungsrost in verticaler Lage angebracht. Derselbe ist an der Platte p, welche unter dem Querstück h in Fugen der Seitenwände auf- und niedergeschoben werden kann, angebracht und besteht aus einzelnen Schienen q, welche nur durch eine Schraube r mit p verbunden sind und daher zwischen den Sägeblättern eine etwa erforderliche geringe Seitenbewegung annehmen können. Zwischen dem untern Ende von q und einer mit Weißblech beschlagenen Platte s ist ein Spalt vorhanden, durch welchen in der Richtung des Pfeiles 1 die gröbsten Schmuztheile austreten sollen; an der Stelle, wo der Pfeil 2 steht, soll der feinere Schmuz aus den Baumwollfasern niederfallen, die Baumwollfasern selbst aber sollen an der ebenfalls mit Weißblech beschlagenen Fläche t in der Richtung des Pfeiles 3 aufsteigen, unter welcher durch u der Raum für Aufsammlung der Unreinigkeiten abgeschlossen wird.

Die Sägen-Egrenirmaschinen empfehlen sich zwar durch ihre große Leistungsfähigkeit, jedoch verschlechtern sie einigermaßen die Qualität der Baumwolle, indem sie viele Fasern zerreißen. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wurde die **Kamm-Egrenirmaschine** construirt, von welcher Fig. 6 ein perspectivisches Bild, Fig. 13 einen Verticalschnitt darstellt. In dem letztern bezeichnet A eine mit rauhem Leder überzogene Walze, welche in der Richtung des eingetragenen Pfeils rotirt und hierbei die Faserbüschel der ihr zugeführten rohen Baumwolle mit sich nimmt; das an ihren Umfang dicht angestellte Messer a hält hierbei die Samenkerne zurück, welche durch zwei in schneller Auf- und Niederschwingung begriffene Messer b b′ von den Faserbüscheln getrennt (abgerissen) werden, um zwischen den Stäben des Rostes i nach unten herausfallen; die Messer b b′ sitzen an den Enden der Hebel c und erhalten ihre Bewegung von einer im unteren Theil des Maschinengestells B gelagerten Welle e mittels zweier Kreisexcenter und zweier Excenterstangen D d. Die rohe Wolle wird auf einem Lattentuch ausgebreitet, welches über zwei Spannwalzen r geleitet ist und durch diese eine fortschreitende Bewegung erhält; sie geht unter der Riffelwalze h durch und wird von einer Stachelwalze s in den Trog H l geworfen, und durch den schwingenden Kamm J periodisch gegen die Lederwalze A angeschoben. Die Schiene a ist mit Schrauben e an dem Gestell F j angeschraubt; die Drehung der Walze A erfolgt von der Antriebwelle C mittels eines Treibriemens und der Riemenscheibe i. Die egrenirte Baumwolle wird endlich mittels einer schnell rotirenden Riffelwalze G von der Lederwalze abgeschlagen.

Das Egreniren der Baumwolle erfolgt immer am Erzeugungsort, also in den Baumwollplantagen Amerikas, Asiens u. s. w. selbst, worauf dieselbe behufs des Transports in Ballen fest zusammengepackt wird, mit Benutzung kräftiger Pressen. Dieser Umstand macht es nothwendig, daß in den mit der Verarbeitung der Baumwolle sich beschäftigenden Spinnereien zuvörderst **Auflockerungsmaschinen** in Anwendung kommen müssen. Zu diesen gehört der in Fig. 1 dargestellte **Klopfwolf oder Whipper**, bei welchem innerhalb eines hölzernen Gehäuses zwei mit Schlagarmen versehene horizontale Wellen in schneller Umdrehung sich befinden; die Schlagarme sind so gestellt, daß diejenigen der einen Welle zwischen denen der andern Welle hindurchgehen; auch correspondiren mit den Zwischenräumen beider noch eine Anzahl in Nuthen des Gehäuses in zwei Reihen angeordneter feststehende Stäbe. Wird nun die aus dem Ballen genommene Baumwolle mittels eines endlosen Lattentuchs und zweier Speisewalzen in das Innere des Gehäuses eingeführt, so erfolgt eine energische Auflockerung, indem die oftmals zu einer an die Beschaffenheit des Holzes erinnernden Dichte comprimirten Wollhaufen zerschlagen und so in kleinere Büschel verwandelt werden. Eine zweite, noch wirksamere Auflockerungsmaschine ist der in Fig. 11 dargestellte **Cleaner** (opener), bei welchem die Bearbeitung durch mit daumenförmigen Erhöhungen besetzte Trommeln erfolgt, welche die Baumwolle von einem Zuführungsapparat empfangen und wiederholt gegen feststehende Reihen ähnlicher Zähne anwerfen; unterhalb der Schlagtrommeln ist ein aus dünnen Eisenstäben zusammengesetzter Rost angeordnet, welcher alle fremdartigen Körper (Sand, Samenkerne, Blätterreste u. s. w.) aus der Baumwolle entfallen läßt; die auf solche Art gut gelockerte und von groben Verunreinigungen befreite Baumwolle passirt noch zwei mit feinmaschigem Drahtgewebe überzogene Siebtrommeln, aus deren Innern durch ein Windrad fortwährend Luft abgesaugt wird, indem sich die Baumwolle an den Umfang dieser Siebtrommeln anlegt, wird sie vermöge des durchdringenden Windstroms von Staub und ganz kurzen Fäserchen befreit. Ein Lattentuch fördert hierauf die so bearbeitete Baumwolle wieder heraus. Die wichtigste Vorbereitungsmaschine für Baumwolle, welche in ihrer Wirkung sich an die beiden vorher beschriebenen anschließt, ist die **Schlagmaschine**, in der Regel mit einem Vliesbildungs- und Aufwickelungsapparat; eine Schlag- und **Wickelmaschine** combinirt. Die innere Einrichtung einer solchen Maschine erfolgt

s Fig. 14. Die Baumwolle wird auf einem Latten-
h ausgebreitet und durch zwei Paar Riffelwalzen
iem Schlagflügel zugeführt im Innern des Gehäuses
dieser Schlagflügel besteht aus drei, oder auch nur
ei Stahlschienen, welche durch mehrere Arm-
uze mit einer in schneller Rotation begriffenen Welle
Verbindung stehen; es werden also die erwähnten
hienen auf den aus den Speisewalzen hervortreten-
n Wollbart in schneller Folge und mit großer Ge-
windigkeit schlagend wirken und so die etwa noch
rhandenen büschelweisen Anhäufungen der Baum-
lle des Weitern auflösen; unterhalb dieses Schlag-
gels ist ein Rost angeordnet, durch dessen Fugen
)be Verunreinigungen entweichen. Die aufgelockerte
umwolle passirt nun den sogenannten Flugraum b
d verdichtet sich auf dem Umfang der Siebtrommel
deren Inneres stetig evacuirt wird, zu einem Vlies;
selbe wird von dem Walzenpaar d abgelöst, zwi-
en den Walzen e, f, g, h verdichtet und endlich auf
er großen Holzspule zu einem Wickel i zusammen-
wickelt. Damit die Ablösung des Vlieses von der
ebtrommel c sich leichter vollziehe, wird an der
reffenden Stelle der Windstrom durch einen Schirm
bgeschnitten, welcher durch einen Hebel m, ausba-
ncirt durch ein Gewicht n, mit der Achse der Sieb-
mmel fest verbunden ist; diese Achse steht fest und
dreht sich die Siebtrommel mit Hohlzapfen auf ihr.
i Fig. 15 ist eine modificirte Anordnung der Schlag-
d Wickelmaschine dargestellt; es bezeichnet hier a den
hlagflügel, c d den Rost, b den Flugraum, e und f
ei die Siebtrommel ersetzende endlose Siebtücher,
die Comprimirungswalzen, hinter denen der Wickel-
pparat folgt; bei h und i münden die nach einem
indrad führenden Saugkanäle l und m, durch welche
: Abführung des Staubes aus der Baumwolle er-
gt; k ist ein Behälter zur Aufnahme durchfallender
hwerer) Verunreinigungen, zugleich zum Abschluß
: Luft nach unten dienend. Damit man für kurze
umwollen die wirksame Kante des Schlagflügels
glichst der Stelle nähern kann, an welcher die Fest-
ltung des Wollbarts stattfindet, hat man die Zu-
rungswalzen oftmals, wie Fig. 16 zeigt, durch eine
lde a und eine darüber gelagerte Stachelwalze b er-
t, welche Theile sich ziemlich nahe an die (von den Ar-
n g geführte) Schlagschiene anstellen lassen; man
eichnet diese Einrichtung mit dem Namen Mulden-
führung.

Die äußere Erscheinung der Schlag- und Wickel-
schinen ist auf unserer Tafel durch die perspectivi-
en Bilder Fig. 9 und 10 wiedergegeben.

Das auf diesen Maschinen erzeugte Vlies gelangt
lich auf die Krempel, Fig. 7, deren Aufgabe in
nochmaligen gänzlichen Auflösung aller Faserbü-
l mittels der allerfeinsten Werkzeuge (Kratzen) und
der Zusammenfügung der Fasern zu einem noch
ichmäßigern Vlies oder Band besteht. Die eigen-
mliche büschelzerfasernde und fasernvereinigende
rkungsweise der Kratzen, des wichtigsten Werk-
gs zur Vorbereitung der kurzfaserigen Gespinst-
fe, mag zunächst mit Hülfe der schematischen
g. 17 und 18 erläutert werden. Dieselben stellen
ei Paar Kratzen, mit Drahthäkchen von winkel-
miger Gestalt dicht besetzte Lederblätter, in zwei
schiedenen Arten des Zusammenwirkens dar; bei
g. 17 sind die Drahthäkchen in der Richtung ihrer
itzen entgegengesetzt; denkt man sich daher die un-
e auf irgendeine Weise mit Baumwollbüscheln be-
lt und in Ruhe befindlich und die obere (b) nach
hts darüber hinbewegt, also entgegengesetzt der Rich-
ng des eingezeichneten Pfeils, so werden die Häk-
chen der letztern von allen den Stellen der erstern, wo Baumwolle im Ueberfluß aufliegt, einen Theil derselben wegnehmen und an solche Stellen, welche frei geblieben sind, absetzen, sodaß demnach eine Auflösung der Faserbüschel und eine gleichmäßige Anordnung der Fasern auf beiden Kratzen das Resultat dieser einfachen Operation sein wird. Fig. 18 zeigt dagegen zwei Kratzen, deren Häkchen nach derselben Richtung abgebogen sind; ist die obere (a) mit Fasermaterial erfüllt und bewegt sie sich in der Richtung des eingezeichneten Pfeils über die untere hin, so wird das gesammte Material in die untere Kratze übergehen. Auf diese beiden Benutzungsarten gründet sich die eigentliche Wirkung der Krempelmaschinen, in welchen um eine mit Kratzen besetzte und schnell rotirende große Walze (Trommel, Tambour) eine Anzahl kleinere Walzen (Arbeiter und Wender) oder mit Kratzenbeschlag versehene festliegende Decken oder Walzen und Decken zugleich so angeordnet sind, daß die mittels eines Speiseapparats zugeführte Baumwolle in Einzelfasern aufgelöst und zu einem zarten, an den Drahthäkchen des Tambours sitzenden Vlies umgestaltet wird, welches, auf den Umfang einer folgenden Walze (des Fillets) übertragen, gleichzeitig durch Zusammenschiebung der Fasern verdichtet, endlich mittels einer feinzahnigen, in schneller Schwingung begriffenen Stahlblechschiene (Hacker) abgelöst, mittels eines Trichters zu einem Band zusammengezogen und in einen Blechtopf abgeführt wird. Die in Fig. 7 dargestellte Krempel, aus der Fabrik von Schimmel und Comp. in Chemnitz, enthält sowol Wender und Arbeiter als auch Deckel, und für letztere einen selbstthätig wirkenden Apparat zum Ausputzen derselben; sie repräsentirt also diese Maschinengattung in ihrer heutigen vollkommensten Gestalt.

Wenden wir uns zu den Vorbereitungsmaschinen für die Schafwolle, so haben wir uns mittels Fig. 4 zunächst mit einer der am häufigsten angewendeten Waschmaschinen bekannt zu machen, auf welcher der an den Wollhaaren klebende Fettschweiß entfernt wird. Man behandelt die Wolle in einem großen hölzernen oder metallenen Trog, in der Figur abgebrochen dargestellt, mit warmem Seifenwasser, welches den Fettschweiß löst, und entfernt sodann den größten Theil der anhängenden Flüssigkeit mittels eines Walzenpaars, durch welches die mit Rechen ausgeschöpfte Wolle hindurchgehen muß. Die untere Walze ist von Gußeisen, glatt abgedreht, die obere mit Wollband überzogen, also in gewissem Grade weich und elastisch, und durch Gewichtshebel stark belastet. Es muß also ein Auspressen der Wolle erfolgen; dieselbe wird endlich mittels eines Lattentuchs in einen Korb befördert und erfährt ihre vollständige Trocknung in einem Trockenraum oder mittels einer Trockenmaschine.

Für die Vorbereitung der kurzhaarigen Schafwolle (Streichwolle) ist der in Fig. 2 dargestellte Reißwolf von einiger Wichtigkeit, welcher die erstmalige Auflockerung der Wolle zu besorgen hat. Innerhalb eines halbcylindrischen Gehäuses dreht sich eine mit Stahlspitzen ringsum besetzte Trommel, welcher die Wolle mittels eines aus Lattentuch und Riffelwalzen bestehenden Speiseapparats entgegengeführt wird; durch eine im Gehäuse angebrachte, dem Speiseapparat gegenüberliegende Oeffnung wird alsdann die aufgelockerte Wolle wieder herausgeschleudert. Benutzt man diese Maschine zur Bearbeitung der für den Krempelproceß mit Oel benetzten Wolle, so gibt man ihr den besondern Namen Oelwolf.

In Fig. 5 ist ein sogenannter Klettenwolf dargestellt, welcher die nicht ganz leichte Aufgabe zu lösen

hat, die in mancher Schafwolle reichlich vorhandenen hakigen Samenkerne (Kletten) vollständig und ohne Wollverlust zu entfernen; der wesentlich wirksame Theil dieser Maschine ist eine mit feinzahnigen, tangential gestellten Stahlschienen besetzte Walze (Klettenwalze), auf deren Umfang die klettenhaltige Wolle aufgestrichen (aufgebürstet) wird, dergestalt, daß die Kletten auf der Außenseite freiliegen und mittels einer schnell umlaufenden Messerwalze abgeschlagen werden können: eine der sinnreichsten Maschinen der Wollspinnerei.

Von den zur Gewinnung des Flachses dienenden Hülfsmaschinen wurden als besonders charakteristisch zwei Flachsbrechen (Fig. 3 und 8) auf die vorliegende Tafel aufgenommen. Dieselben sollen den holzigen Theil der Flachsstengel, nachdem der die Flachsfasern mit demselben verbindende gummiartige Stoff durch den Röstproceß zerstört worden ist, in kurzen Zwischenräumen zerbrechen, sodaß die vollständige Abstreifung dieser holzigen Theile auf der Schwingmaschine sich mit Leichtigkeit vollzieht. Bei der in Fig. 8 dargestellten Brechmaschine befinden sich zwei Reihen oder Gruppen gußeiserner Hebel in schwingender Bewegung gegeneinander; die Kanten derselben streifen ein wenig übereinander, sodaß dazwischengehaltene Flachsstengel brechen müssen. Fig. 3 zeigt die zu besonderer Verbreitung gelangte Guild'sche Flachsbreche, deren wirksame Theile zwei Paar geriffelte Walzen sind, zwischen welchen die auf einem Tisch ausgebreiteten Flachsstengel hindurchgehen. Die von allen Holztheilen befreiten Flachsfasern unterliegen später einem sogenannten Hechelproceß, durch welchen die langen Fasern (Langflachs) von den kurzen (Werch) vollständig getrennt werden. Aus erstern wird in sehr einfacher Art durch Anstückeln einzelner Zöpfe aus dem endlosen Tuch einer Anlage ein endloses Band erzeugt, während für das Werch die schon oben besprochene Krempel in Anwendung zu bringen ist. Ueberhaupt bildet die Krempel, wie man sagen kann, ein Universalwerkzeug zur Ueberführung alles kurzfaserigen Gespinstmaterials (Baumwolle, Schafwolle, Werch, Floretseide) in die Form gleichmäßig beschaffener Vliese oder Bänder, deren Umwandlung in fertiges Gespinst sodann mit Leichtigkeit erfolgen kann.

Vor- und Feinspinnmaschinen.

(Tafel 9.)

Nachdem mittels der Krempel- oder anderer Vorbereitungsmaschinen die spinnbaren Fasern der Baumwolle, Schafwolle u. s. w. in einer solchen Art zusammengefügt sind, daß sie ein fortlaufendes Vlies oder Band von einiger Consistenz bilden, handelt es sich zur Umwandlung desselben in fertiges Garn oder Feingespinst um Herstellung höchster Gleichförmigkeit dieses Bandes hinsichtlich seiner Dicke durch wiederholtes Zusammenlegen mehrerer Bänder (Dubliren), sodann um möglichste Geradlegung aller Fasern nach der Richtung der Länge des Bandes durch Ausziehen oder Strecken der dublirten Bänder, hierauf um schrittweise Verdünnung derselben durch fortgesetztes Strecken unter gleichzeitiger Ertheilung einer die erforderliche Consistenz des Fadens erzeugenden schwachen Drehung (Vorspinnen), endlich um Verdünnung des Vorgarns zu der vom Feingespinst geforderten Feinheit und Herbeiführung der nothwendigen Festigkeit desselben durch stärkeres Zusammendrehen (Feinspinnen).

Unsere Tafel enthält die Repräsentanten der wichtigsten zu diesen Operationen benutzten Arbeitsmaschinen.

Das bloße Zusammenlegen mehrerer Bänder, die von einer Reihe nebeneinanderstehender Krempeln herkommen, bewirkt die in Fig. 4 dargestellte Kanalmaschine. Dieselbe enthält zwei abwechselnd zu benutzende Holzspulen, auf welche die zu einem breiten Band zusammenzulegenden schmalen Bänder in wagrechten Schichten aufgewickelt werden sollen; dies wird dadurch vermittelt, daß abwechselnd die eine oder andere Spule mit angemessenem Druck auf zwei gerippten Wickelwalzen aufruht, welche eine gleichmäßige Rotationsbewegung um ihre Achsen erhalten, sowie die Spule mit constanter Umfangsgeschwindigkeit umtreiben. Die regelmäßige Uebereinanderlegung der zu dublirenden Bänder erfolgt auf einem endlosen Tuch, das in gespanntem Zustand horizontal an der Rückseite von 10 oder 12 Krempeln entlang läuft, innerhalb eines oben offenen langen Kastens, des sogenannten Kanals. Da es nicht wahrscheinlich ist, daß bei diesem Zusammenlegen eine zufällig dickere Stelle des einen Bandes gerade mit dicken Stellen aller übrigen Bänder zusammentrifft, vielmehr die fehlerhaften Stellen der einzelnen Bänder im fertigen Band vielfach abwechseln werden, so wird erklärlich, wie ein solcher Dublirproceß die Gleichförmigkeit des Products hinsichtlich seiner Stärke erhöht. Die vorstehend beschriebene Dublirmaschine findet ihre Anwendung hauptsächlich in der Baumwollspinnerei zwischen dem ersten und zweiten Krempelproceß, sowie nach Ausführung des letztern.

Eine andere hierher gehörige Maschine ist die in Fig. 2 dargestellte Strecke, eine zum gleichzeitigen Dubliren und Verziehen (Strecken) dienende Arbeitsmaschine von ziemlich universaler Verwendbarkeit in der Verspinnung aller möglichen Faserstoffe. Die einzelnen Theile derselben sind paarweise angeordnete Walzen, welche das zusammengelegte (dublirte) Band erfassen und vermöge verschieden großer Umfangsgeschwindigkeit auf eine fünf- bis sechsmal größere Länge auszuziehen, daher die Fasern in der Bandrichtung gerade zu strecken. Die Auffammlung des so bearbeiteten Bandes geschieht in Töpfen aus Eisenblech, deren einer in unserer Figur dargestellt ist. In der Flachsspinnerei nennt man diese Maschinen Durchzüge; dieselben werden zumeist wiederholt nacheinander angewendet, um eine völlig gestreckte Lage der Fasern und eine gleichförmige Bandbeschaffenheit zu erzielen, daher man von einer ersten, zweiten, dritten u. s. w. Strecke spricht.

Solange mit dem Strecken ein Dubliren Hand in Hand geht, behält das Band hinreichende Consistenz, um die Operationen des Einlegens in einen Topf und des Wiederaushebens ohne Schaden zu ertragen; soll nun aber das Dubliren unterbleiben oder nur in geringerm Maße Anwendung finden als das Strecken, so erlangt das Band allmählich eine Zartheit, welche die Gefahr häufigen Abreißens mit sich führt, wenn man nicht Mittel ergreift, seine Festigkeit zu erhöhen. Ein solches Mittel ist die vorübergehende oder bleibende Zusammendrehung des Bandes oder Vorgarns, durch welche die Fasern einander näher gerückt, zu innigerer Verschlingung, zu festerm Aneinanderhaften gebracht werden; diese durch Drahtgebung bewirkte gegenseitige Annäherung der Fasern darf jedoch nicht so weit geführt werden, daß etwa die nachfolgenden, noch weiter erforderlichen Streckungen erschwert oder gar verhindert würden. Maschinen, auf welchen mit der Streckung eine solche Drahtgebung zu Erhöhung der Consistenz des Fadens bewirkt wird, heißen im engern Sinne Vorspinnmaschinen. Es gibt deren zwei Arten, solche für vorübergehenden (Vorgarn) und solche für bleibenden Draht.

Eine Vorspinnmaschine der ersten Art ist die in Fig. 5 dargestellte Rota-Frotteur. Hier

inem gewöhnlichen Streckwerk ein sogenannter Würgel-
pparat vorhanden, welcher die hindurchpassirenden
Bänder oder Fäden nach erfolgter Streckung abwechselnd
ach links und rechts zusammendreht; derselbe ahmt
ie Wirkung nach, welche man mit den flachen Seiten
er zusammengelegten Hände ausübt, wenn man ein
azwischen gelegtes Band zusammenwürgelt; er besteht
ämlich für jedes einzelne Band aus einem endlosen,
n gespanntem Zustand über zwei Walzen gelegten
ederstreifen, auf welchen in der Mitte des obern frei-
iegenden Stücks eine mit Leder überzogene Walze
ufgedrückt ist; diese beiden Organe fassen das Band
wischen sich und erhalten außer einer fortlaufenden
otationsbewegung, durch welche das Band vom
Streckwerk nach dem Blechtopf transportirt wird, eine
echselnde Hin- und Herschiebung in horizontaler, zur
Bandrichtung normaler Richtung, wodurch die erwähnte
usammendrehung des Bandes in wechselnder Richtung
rfolgt.

Als Vertreter der Vorspinnmaschinen für bleibenden
Draht können die in Fig. 1 und 3 dargestellten Flyer
der Spulenbänke dienen; hier wird das gestreckte
Band von den Vordercylindern nach der centralen
Oeffnung eines gabelförmigen Flügels, der in schneller
Rotation begriffen ist, geführt und passirt durch einen
hohlen Arm desselben nach einer innerhalb des Flügels
befindlichen, auf dessen Achse oder Spindel aufgesteckten
hölzernen Spule, die eine selbständige Drehung in
solchem Maße empfängt, daß gerade die vom Streck-
werk ausgelieferte Fadenlänge in Form regelmäßig
übereinandergelegter Windungen auf die Spule auf-
gewickelt wird. Es ergibt sich hieraus, daß dem Faden
zwischen Streckwerk und Flügel eine bleibende Drehung
und damit die gerade nothwendige Festigkeit ertheilt
wird, während gleichzeitig die zu möglichster Schonung
des Bandes dienende regelmäßige Zusammenwickelung
desselben zu einer Spule zu Stande kommt. Jeder
Flyer enthält eine größere Anzahl (40—100) in zwei
Reihen geordnete Spindeln mit Flügel und Spulen,
somit daher eine gleiche Zahl Vorgarnfaden gleichzeitig
bearbeiten. Diese Maschine findet in den verschiedenen
Spinnereibranchen eine ähnliche allgemeine Verwendung
wie die Strecke.

In einer gänzlich abweichenden originellen Art er-
folgt bei der Verspinnung der kurzen Schafwolle
(Streichwolle) die Bildung des Vorgarns aus dem
Vlies der letzten Krempel durch einen an diese Krempel
(Vorspinnkrempel) selbst angebrachten Apparat.
Während bei Verspinnung von Baumwolle, Flachs
und langer Schafwolle das Bestreben zu erkennen ist,
ein Feingespinst von recht glatter, schlichter Beschaffen-
heit mit gerade ausgestreckten Einzelfasern zu erzielen,
sucht man umgekehrt bei der Streichwolle einen Faden
von rauher Beschaffenheit, mit querliegenden Fasern,
deren Enden aus der Oberfläche hervorragen, zu spinnen,
damit die aus solchem Gespinst erzeugten Gewebe
(die Tuche) die Eigenschaft der Walkfähigkeit besitzen,
d. h. die nebeneinanderliegenden Fäden sich unter Ein-
wirkung von Feuchtigkeit, Wärme und knetender Be-
wegung leicht verfilzen. Hierdurch werden die Streck-
und Dublirungsprocesse entbehrlich, und man kann in
einer Operation von dem Krempelvlies zu dem Vor-
gespinst gelangen, wenn man dieses Vlies nach der
Breite in Bänder zerlegt, die man durch Würgelapparate
in rundliche Fäden (Vorgespinst) umwandelt. Die
Verlegung des Vlieses geschieht an dem Umfang des
unter dem Tambour unmittelbar folgenden Peig-
neurs, dessen Kratzenbeschlag aus schmalen, durch
feine Zwischenräume voneinander getrennten ring-
förmigen Streifen besteht, daher das Vlies von diesem
Peigneur sich in Gestalt vieler nach der Länge fort-
laufender Streifen ablösen wird. Will man besondere
Sicherheit haben, daß diese Streifen sich nicht unter-
einander berühren, so läßt man die Ablösung derselben
durch zwei Hacker, von denen der eine für den ersten,
dritten, fünften Streifen, der andere für den zweiten,
vierten, sechsten Beschlagstreifen mit Zähnen versehen
ist, bewirken und bringt sodann auch zwei Würgel-
apparate und zwei Wickelapparate in Verwendung.
Eine solche Vorspinnkrempel mit einem Peigneur
und zwei Hackern zeigt Fig. 12, wogegen in Fig.
13 eine solche Krempel mit nur einem Hacker zur
Darstellung gebracht ist.

Der letzte Schritt in der Erzeugung der Gespinste
ist das Feinspinnen; das Vorgarn wird in solchem
Verhältniß ausgezogen (gestreckt), daß die am Fein-
gespinst geforderte Feinheit zu Stande kommt; sodann
erhält der Faden eine bleibende und hinreichend scharfe
Zusammendrehung, womit eine starke Annäherung der
Fasern aneinander verbunden ist und eine Ueberführung
derselben in die schraubengangförmige Lage; endlich
muß die nun sehr beträchtlich gewordene Fadenlänge
in einer regelmäßigen, die später erfolgende Wieder-
abwickelung leicht gestattenden Anordnung aufgewickelt
werden. Je nachdem diese drei Operationen gleich-
zeitig oder abwechselnd erfolgen, unterscheidet man zwei
Arten Feinspinnmaschinen, die Water- und die
Mulemaschinen. Die erstern haben in ihrer An-
ordnung große Aehnlichkeit mit dem Flyer (Fig. 1
und 3); wie dieser enthalten sie ein Streckwerk, für
jeden Faden einen die Drahtgebung bewirkenden Flügel
und eine zur Aufnahme des Gespinstes dienende
hölzerne Spule (Fig. 9 und 10); aber während diese
Spule beim Flyer wegen der zarten Beschaffenheit des
Vorgarns eine selbständige Drehungsbewegung von
der Antriebwelle her empfängt, wird sie hier nur
durch den in der Aufwickelung begriffenen Faden nach-
gezogen, wobei die aus ihrem Gewicht entspringende
Reibung auf ihrer Unterstützungsfläche die angemessene
Spannung dieses auflaufenden Fadens hervorbringt.
Aus dieser Anordnung folgt schon, daß eine gewisse
durch schärferes Zusammendrehen erzeugte Festigkeit im
Gespinst vorhanden sein muß, wenn nicht ein häufiges
Abreißen des Fadens eintreten soll. Will man daher
eine weiche Beschaffenheit des Feingespinstes, wie sie
für manche Verwendung, z. B. zur Erzeugung von
gewirkten Waaren, erforderlich ist, darf man daher nur
schwächern Draht ertheilen, so ist die Water-Feinspinn-
maschine nicht verwendbar und es muß die Mule-
Feinspinnmaschine in Anwendung kommen, wie solche
in den Fig. 6, 7, 11, 14—16 in verschiedenen An-
ordnungen dargestellt ist. Bei dieser erfolgt das
Strecken und Zusammendrehen der Fäden zwar gleich-
zeitig, aber die Aufwindung geschieht intermittirend;
jedesmal nach Vollendung einer gewissen Fadenlänge
von etwa 1,5 Meter, wobei der eigentliche Spinnproceß
unterbrochen ist. Die Aufwickelung erfolgt nicht auf
hölzerne, mit Scheiben versehene Spulen, wie in den
Fig. 9 und 10 dargestellt, sondern auf eine eiserne
oder stählerne schlank kegelförmige Spindel von der aus
Fig. 8 ersichtlichen Form.

Ein bemerkenswerther Unterschied besteht zwischen
denjenigen Mulemaschinen, welche aus Baumwolle,
langer Schafwolle u. s. w. glatte Garne erzeugen sollen,
und den für rauhe Garne (Streichgarne), aus kurzer
Schafwolle bestimmten; bei den erstern, wo ein Vor-
gespinst von hoher Gleichförmigkeit bereits vorliegt,
bewirkt man den Streckproceß mittels eines Streckwerks
der gewöhnlichen Art, bei den letztern aber zwischen
einem Zuführungswalzenpaar und der die Drahtgebung

bewirkenden sowie zur Aufwickelung benutzten Spindel, indem letztere sich von den Zuführungswalzen auch noch dann entfernt, wenn diese schon stillstehen. Die Spindeln, an deren Umfang man sich den Faden befestigt zu denken hat, stehen um einen kleinen Winkel gegen die Verticale geneigt und empfangen während des ganzen Spinnprocesses eine schnelle Rotationsbewegung; sie ertheilen daher dem Faden bleibenden Draht. Erfolgen nun Drahtgebung und Streckung gleichzeitig, wie bei der Streichgarnmule, so werfen sich die in den Faden gelangenden Drehungen zuerst nur auf die etwa vorhandenen dünnen Stellen, welche der Zusammendrehung den geringsten Widerstand entgegensetzen; hierdurch erhalten diese eine solche Festigkeit, daß sie dem Ausziehen nun größern Widerstand entgegensetzen als die übrigen dickern und nur noch wenig gedrehten Stellen, daher sich die Streckung vorzugsweise auf die letztern wirft; es wird auf solche Art durch den Feinspinnproceß zugleich die wegen ungleicher Dicke des Vorgarns nothwendige Egalisirung der Fadendicke erzielt. Hierdurch erklärt sich auch die etwas abweichende Einrichtung der an den Streichgarnmulen vorkommenden Mechanismen (Fig. 6 und 7).

Bei den Mulefeinspinnmaschinen ist die Zahl der auf einer Maschine gleichzeitig hergestellten Fäden sehr groß (200 bis 1000); die in entsprechender Zahl vorhandenen Spindeln stehen in einer Reihe auf einem langen, durch Schienengleise geführten Wagen, welcher abwechselnd von dem das Streckwerk enthaltenden Gestell sich entfernt (Spinnperiode), um sich sodann demselben wieder zu nähern (Aufwindungsperiode). Bei den sogenannten Handmulen geschieht die Wagenbewegung während der letzten Periode (die Wageneinfahrt), wie auch die Spindeldrehung und die Vertheilung der Windungen auf der Spindel durch einen Arbeiter, wogegen bei den jetzt zumeist gebräuchlichen Selfactors alle Bewegungen ohne Ausnahme von der Rotation der Antriebwelle abgeleitet werden. Die Fig. 11, 14 und 15 sollen die äußere Erscheinung verschiedener Selfactors zur Anschauung bringen.

Zwirn- und Klöppelmaschinen.

(Tafel 10.)

Die vorliegende Tafel faßt diejenigen Maschinengattungen in ihren Hauptrepräsentanten zusammen, welche die Vereinigung von zwei oder mehr einfachen Fäden zu stärkern fadenförmigen Producten (Zwirne, Schnuren, Seile, Taue u. s. w.) zu bewirken bestimmt sind. Eine solche Vereinigung kann entweder durch Zusammendrehen oder Zusammenflechten (Klöppeln) geschehen.

Die einfachste, auch zum eigentlichen Spinnen brauchbare Vorrichtung ist das Seilerrad, von welchem Fig. 1 eine zweckmäßige Anordnung darstellt. Dasselbe enthält eine Anzahl horizontale Spindeln, welche am äußern freiliegenden Ende hakenförmig umgebogen sind und vermittels einer geeigneten maschinellen Einrichtung eine schnelle rotirende Bewegung erhalten; bei der auf unserer Tafel dargestellten Anordnung wird diese Bewegung mittels einer Schnurscheibe hervorgebracht, über welche eine Treibschnur gelegt ist; der Arbeiter, welcher bei dem Spinnen und Zusammendrehen rückwärts schreitet, zieht die eine Seite dieser Treibschnur an und versetzt so die Scheibe in Drehung, wogegen bei den ältern Seilerrädern hierzu ein besonderer Arbeiter erforderlich war. Soll dieser Apparat zum Spinnen gebraucht werden, so zieht der Arbeiter aus einem Büschel des rohen Fasermaterials, z. B. Flachswerch, einige Fasern heraus, dreht dieselben mit den Fingern zu einem Fadenstück zusammen und befestigt dasselbe an einem der Haken; indem er sich nun langsam rückwärts bewegt, mit einer Geschwindigkeit von 400—500 Millimeter per Secunde, werden immer neue Fasern aus dem von ihm mitgenommenen Materialquantum herausgezogen und in jeder der Drehung des Hakens angemessen zusammengedreht. Sollen nun zwei oder mehr so erhaltene Schnuren zu einem stärkern Faden (Bindfaden, Litzen) vereinigt werden, so befestigt man die Enden derselben an einem andern, in entgegengesetzter Richtung rotirenden Haken und dreht sie so zusammen, wobei die entgegengesetzten Enden gewöhnlich ebenfalls an einem Haken, welcher an einem fahrbaren Gestell festsitzt, angehangen werden. Indem man den Drehungssinn bei der Vereinigung der Einzelfäden entgegengesetzt wählt zu demjenigen bei deren Herstellung, erlangt man erfahrungsgemäß einen besonders innigen Zusammenschluß dieser Fäden.

Für den ausgedehntern fabrikativen Betrieb treten an die Stelle des Seilerrades die eigentlichen Seilmaschinen, von denen unsere Tafel in den Fig. 6 und 7 ein paar Anordnungen zeigt. Auf der in Fig. 6 dargestellten Spindelschnurenmaschine werden gleichzeitig drei Litzen aus je drei einfachen Fäden zusammengedreht und diese drei Litzen sodann durch Zusammendrehen zu einer einzigen Schnur vereinigt; die hier zusammenwirkenden beweglichen Theile gruppiren sich um eine horizontale Spindel, auf welche mittels eines Treibriemens und der am linken Ende der Maschine sichtbaren Riemenscheiben drehende Bewegung übertragen wird; diese Spindel trägt drei unter 120° Grad gegeneinander verstellte Rahmen, in welchen kleinere mit je drei Garnspulen ausgerüstete Rahmen drehbar eingelagert sind; innerhalb jedes der letztern werden die drei von den Spulen kommenden Fäden durch ein in der Drehungsachse befindliches Oehr zu einem Faden vereinigt und gleichzeitig schraubenlinienförmig zusammengedreht; es erhalten nämlich diese kleinen Vorrathsbehälter für das Fadenmaterial anzusehenden kleinern Rahmen außer ihrer Drehung um die Hauptspindel noch eine besondere Drehung um ihre eigene zu dieser Spindel parallele Achse, und zwar vermittels eines zur Hauptwelle concentrischen, jedoch am Gestell befestigten Stirnrades, auf welchem sich drei kleine, auf die erwähnten Rahmen treibend wirkende Zwischenräder abwälzen. Die drei so gebildeten Litzen werden schließlich am rechtseitigen Ende der Hauptwelle einer gemeinsamen centralen Austrittsöffnung derselben und die hier entstehende dickere Schnur wird vermittels dreier rotirender Walzen, von denen die zwei oben gegen die dritte untere angepreßt werden, langsam abgezogen und fällt frei herab.

Bei der in Fig. 7 dargestellten Seilmaschine, welche übrigens auf gleichen Principien beruht wie die soeben beschriebene, erfolgt eine regelmäßige Aufwickelung des erzeugten Seils auf eine große Spule, unter Benutzung der geradlinigen Auf- und Abbewegung eines Seilführers. Alle größern Seilmaschinen müssen mit derartigen Wickelapparaten ausgerüstet sein.

In vielen Fällen genügt ein einmaliger Zusammenlegungsproceß zur Herstellung eines seilartigen Fabrikats (Nähzwirn, Strickgarn, Kettenfäden für Gewebe u. s. w.); alsdann ist das Princip der Vervielfachung des Werkzeugs mit Vortheil anzuwenden. Ein Beispiel hierfür bietet die in Fig. 2 dargestellte Zwirnmaschine. Man sieht hier im obersten Theil der Figur ein aus Latten zusammengefügtes Gestell, auf welchem die mit den einfachen Fäden gefüllten Spulen Platz finden. Die von drei, vier oder fünf Spulen kommenden Fäden werden nach einem gemeinsamen Oehr geführt und dann

dann zwei aufeinandergepreßte Walzen, welche von Antriebwelle aus eine gleichmäßige Drehungsbewegung empfangen, daher die zusammengelegten (doublirten) Fäden mit unveränderlicher Geschwindigkeit rwärts ziehen; dieselben erhalten hierauf durch ien rotirenden Flügel, dessen Einrichtung bei Beschreibung der Waterfeinspinnmaschine dargelegt wurde, e erforderliche Drehung und werden endlich auf Spulen, e in der Figur fortgelassen sind, in regelmäßigen indungen aufgewickelt.

Mit solchen Zwirnmaschinen sind die auf unserer afel aufgenommenen Spulmaschinen nahe verandt (Fig. 8 und 9); die Vereinigung mehrerer äden fällt hier in der Regel weg und es verbleibt r der Aufwindungsproceß, indem solche Maschinen espinste, die zu Webwaaren verarbeitet werden sollen, is der im Handel gebräuchlichen Form der Strähne die Form von Spulen überführen sollen. Diese spulen sind von zweierlei Art: Scheibenspulen oder ufspulen, bei denen das Abwickeln in der Richtung nkrecht zur Achse möglich und hierbei die Drehung er Spulen erforderlich ist, und Schleifspulen (Cops), elche während der Abwickelung feststehen und bei enen das Abziehen des Fadens in der Richtung der chse zu bewirken ist; die erstern finden zur Herrichung der Kette, die letztern zur Einführung des Schusses Verwendung; bei jenen bilden die einzelnen schraubengangförmigen Windungen kreiscylindrische Schichten auf einem hölzernen Rohre, an dessen Enden dünne Scheiben itzen, bei diesen setzen sich die einzelnen Windungen zu kegelförmigen Schichten zusammen, welche sich auf dem kegelförmigen Ende der Spule übereinanderlagern. Hieraus ergibt sich der nothwendige Unterschied in der Einrichtung der Kettenspulmaschinen (Fig. 8) und Schußspulmaschinen (Fig. 9); bei erstern gehen die Fäden von dem leicht drehbaren Haspel über eine Schiene, welche in langsamer Auf- und Abbewegung begriffen ist, nach den schnell rotirenden, auf verticalen Spindeln steckenden Spulen; bei letztern treten sie durch einen verticalen Schlitz eines feststehenden Hohlkegels, in welchem die in Drehung begriffene Spule mit ihrem kegelförmigen Ende berührend eingesteckt ist und in dem Maße, wie die Aufwickelung vorschreitet, höher aufsteigt; hier muß also die Spule mit ihrer Spindel so verbunden sein, daß sie zwar an der Drehbewegung theilzunehmen gezwungen ist, jedoch eine Verschiebung in der Richtung der Höhe erleiden kann.

Bei den Klöppel- oder Flechtmaschinen (Fig. 5 und 6) erfolgt eine eigentliche Verschlingung der einzelnen Fäden, ähnlich wie bei der Herstellung der Geflechte von Hand; die Fäden theilen sich in zwei Gruppen, von welchen die Fäden der einen Gruppe wie rechtsgängige, diejenigen der andern wie linksgängige Schraubenlinien verlaufen; jeder Faden der einen Gruppe geht abwechselnd über und unter einem Faden der zweiten Gruppe hin, sodaß hier auf einer cylindrischen Oberfläche eine ähnliche Verschlingung der Faden entsteht, wie bei den leinwandbindigen Geweben zwischen den Fäden der Kette und des Schusses. Das zu Stande kommende Fabrikat bildet ein biegsames Rohr, welches durch eine passende Anzahl lose zusammengelegter Fäden mit einem Kern ausgefüllt werden kann; auch ist es möglich, feste Körper, Peitschenstiele, Knöpfe u. s. w. zu überflechten. Die zusammenzuflechtenden Fäden sind auf Spulen aufgewickelt, welche drehbar auf besondere rohrförmige Klöppel (Fig. 6) aufgeschoben sind, die man durch rotirende sternförmige Treiber in zwei wellenförmig gestalteten, sich abwechselnd durchschneidenden und in sich zurücklaufenden Bahnen fortschieben läßt; damit alle Fäden mit derselben constanten Spannung in das Geflecht eintreten, läßt man sie, wie Fig. 6 zeigt, durch das Oehr eines in der Höhlung des Klöppels untergebrachten Spanngewichts passiren; die gleichmäßige Dichtheit des Geflechts wird außerdem durch ein ganz gleichmäßiges Abziehen der geflochtenen Schnur mittels zweier rotirender Walzen gesichert, um welche dieselbe herumgeführt wird, worauf die regelmäßige Aufwickelung auf eine Spule erfolgen kann. Wie man an demselben Gestell eine größere Zahl von Klöppelwerken vereinigen kann, welche eine gemeinschaftliche Antriebwelle haben, zeigt die Fig. 5 unserer Tafel.

Für feinere Erzeugnisse der hier besprochenen Art (Nähzwirn, Bindfaden, Strickgarn u. s. w.) wird zuweilen die Aufwickelung derselben zu regelmäßig gebildeten Knäulen gefordert; daher erschien es angezeigt, auch eine Knaulwickelmaschine (Fig. 4) auf die vorliegende Tafel aufzunehmen. Hier wird die aufzuwickelnde Schnur durch die hohle Achse eines rotirenden gabelförmigen Flügels und durch ein an einem Arm desselben befindliches Oehr nach einer Spindel geführt, welche gleichzeitig zwei verschiedene Bewegungen ausführt: eine langsame Drehung um ihre horizontale geometrische Achse und eine noch langsamere Oscillation um eine verticale Achse; die letztere Bewegung macht, daß die erzeugten schraubengangförmigen Windungen allmählich ihren Neigungswinkel gegen die Achse des Knauls ändern, womit überhaupt die nöthige Haltbarkeit des Ganzen zu Stande kommt. Die in Fig. 4 dargestellte Knaulwickelmaschine ist für Handbetrieb und für gleichzeitige Herstellung dreier Knäule bestimmt.

Webstühle.

(Tafel 11.)

Die auf vorliegender Tafel dargestellten maschinellen Hülfsmittel dienen zur Herstellung der Gewebe im engern Sinne, d. h. solcher flächenartig ausgedehnter Fabrikate, welche durch regelmäßige Verschränkung zweier unter rechtem Winkel verlaufender Systeme fadenförmiger Körper (Gespinste von Baumwolle, Schafwolle, Flachs, Seide u. s. w.) gebildet sind; das eine Fadensystem (Kette) erstreckt sich nach der Länge des Gewebestücks, das andere (Schuß) nach der Breite desselben; das erstere besteht aus vielen einzelnen sehr langen Fäden, welche vor der eigentlichen Webeoperation durch eine besondere Arbeit (das Scheren) parallel nebeneinander gelegt und auf eine hölzerne Walze (Kettenbaum) straff aufgewickelt (aufgebäumt) werden; das andere Fadensystem wird durch einen einzigen Faden erzeugt, welcher über die Breite des Gewebestücks in geraden Lagen hin- und herläuft, an den Rändern desselben umkehrend und denselben eine gewisse Haltbarkeit verleihend. Die Verbindung der beiden Fadengruppen geschieht nun so, daß der Schußfaden in regelmäßigem Wechsel unter einigen und über den übrigen Kettenfäden verläuft und daß in jeder folgenden Lage des Schußfadens eine andere Vertheilung der Kettenfäden in oberhalb und unterhalb liegende erfolgt. Die größte Zahl von Verschränkungen (Bindungen) zwischen Schuß- und Kettenfäden findet bei der Leinwand statt; hier nimmt der erste Schußfaden seinen Lauf über den ersten, dritten, fünften, unter den zweiten, vierten, sechsten Kettenfaden, der zweite über den zweiten, vierten, sechsten und unter den ersten, dritten, fünften Kettenfaden; der dritte Schußfaden hat wieder dieselbe Lage wie der erste, der vierte dieselbe wie der zweite u. s. w. Derjenige Theil des Webstuhls, welcher die regelmäßige Theilung der gesammten Kettenfäden in die für jeden einzelnen

Schußfaden erforderlichen zwei Gruppen bewirkt, heißt das Geschirr. Die Anordnung desselben für das Leinwandgewebe ergibt sich aus Fig. 13, worin a b die horizontal ausgespannte Kette bezeichnet, c das sogenannte Blatt, ein leichter hölzerner Rahmen von einer der Gewebebreite entsprechenden Länge und mit einer großen Zahl parallel verlaufender verticaler Stäbchen (Riete) versehen (Fig. 7), zwischen welchen die Kettenfäden einzeln oder zu zweien oder dreien hindurchgeführt sind; hierdurch werden die Kettenfäden in gleichmäßiger Vertheilung über die Stuhlbreite erhalten, sowie die Zusammenschiebung der eingetragenen Schußfäden sich mittels einer Horizontalschiebung des Blattes leicht bewirken läßt; d_1 d_2 sind die sogenannten Schäfte, deren jeder (wie Fig. 12 zeigt) aus zwei horizontalen Latten besteht, welche mittels verticaler Schnuren (Litzen) eine Reihe kleiner Drahtösen (Zeugringelchen) eingebunden enthalten, durch welche je ein Kettenfaden hindurchgezogen ist; die beiden Rollen sind oberhalb durch zwei über Rollen e geführte Schnuren verbunden, unterhalb stehen sie durch je zwei andere Schnuren mit den um die Achse g drehbaren Hebeln (Tritten) F_1 F_2 in Verbindung, welche der Weber mittels seiner Füße abwechselnd niedertritt; denkt man sich nun, daß alle ungeradzahligen Kettenfäden (der erste, dritte, fünfte u. s. w.) durch die Zeugringelchen des Schaftes d_1 gezogen sind, alle geradzahligen durch diejenigen des Schaftes d_2, so erhellt, daß durch Niedertreten des Trittes (Schemels) F_2 Schaft d_2 aus seiner Mittellage herab, d_1 hinaufgezogen wird, daher eine solche Theilung (Fachbildung) der Kette eintritt, daß alle ungeradzahligen Kettenfäden über alle geradzahligen unter die ursprüngliche Mittellage geführt werden; in den so zwischen dem schon fertigen Gewebestück a und den Schäften d_1 d_2 gebildeten winkelförmigen Raum (das Fach) wird mittels eines sogenannten Schützen, welcher den Schußfaden auf ein Spulchen gewickelt im Vorrath enthält, der Schuß eingetragen, und zwar so, daß er vor das Blatt c zu liegen kommt; durch eine kräftige Bewegung desselben gegen das schon vorhandene Gewebe (das Anschlagen) wird der Schußfaden an den vorher eingetragenen nahe herangeschoben, worauf durch Niedertreten des Schemels F_1 die entgegengesetzte Lage der Schäfte herbeigeführt wird, also die ungeradzahligen Kettenfäden ins Unterfach, die geradzahligen ins Oberfach gebracht werden; ein zweiter Schußfaden wird eingetragen und mit der Lade angeschlagen, womit ein Cyklus aller regelmäßig sich wiederholenden Bewegungen beendet ist.

Die Gestalt der zum Eintragen des Schusses dienenden Schützen ergibt sich aus den Fig. 9 und 10; ein schiffähnlich gestaltetes, an den zugespitzten Enden mit Metall beschlagenes Stück Holz enthält in einem tiefen Ausschnitt die auf eine Spindel aufgesteckte, mit dem Schußfaden bewickelte Spule, von welcher der Faden entweder in der Richtung normal zur Achse oder parallel zu derselben abgezogen wird; im ersten Fall (Fig. 9) dreht sich die Spule g (Laufspule) um die Spindel, im zweiten (Fig. 10) steckt die Spule s fest auf derselben, daher dort die Windungen cylindrische, hier konische Schichten bilden müssen; der Faden tritt durch ein in der Schützenwandung enthaltenes Loch nach außen und wird beim Durchgang des Schützen durch das Fach über die Breite der Kette ausgelegt; für breite Gewebe, bei denen weder das Durchstecken noch das Durchwerfen thunlich ist, versieht man den Schützen mit zwei Laufrädchen und stößt ihn mittels einer eigenen, von Hand zu bewegenden Vorrichtung (Peitsche und Schützentreiber) auf dem Ladenklotz hin.

Mit dem letztern Namen bezeichnet man das mittlere Querstück (H in Fig. 11) des rahmenförmigen Theiles (Lade), in welchem das Blatt gehalten ist und mit welchen dasselbe die erwähnte Horizontalbewegung empfängt; wie Fig. 11 erkennen läßt, sitzt das Blatt zwischen dem Ladenklotz H und dem Ladendeckel F durch zwei Arme oder Schwingen E stehen diese Theile mit der Ueberlage B in Verbindung, welche mittels zweier Schneiden oder Spitzen auf dem Stuhlgestell drehbar aufgehängt ist und durch die linke Hand des Arbeiters in pendelartige Schwingungen versetzt wird. Damit nicht durch die Anspannung des Schußfadens (welcher beim Anschlagen gezwungen wird, eine bogenförmige Gestalt anzunehmen) eine zu starke und unregelmäßige Verminderung der Gewebebreite eintrete, bedient sich der Weber eines besondern, in Fig. 13 dargestellten Werkzeugs (Breithalter, Spannrahmen, Tempel), bestehend aus zwei durch Fadenstücke verbundenen Stäben, die an den äußern Enden mit Metallspitzen versehen sind; indem man diese Spitzen nahe dem Rande des Gewebes in dasselbe einsticht, während die beiden Stäbe einen stumpfen Winkel mit einander bilden, und hierauf das Ganze nach Art eines Kniehebels auf das Gewebe niederklappt, erzeugt man in demselben nach der Richtung der Breite eine angemessene Spannung, welche dem Zug der Schußfäden Widerstand leistet; selbstverständlich muß diese Stramruthe in dem Maße wie die Gewebebildung fortschreitet zeitweilig neu eingesetzt werden. Ebenso muß, damit das Spiel der Lade fortdauernd an derselben erfolgen kann, das Gewebe selbst in der Richtung des Pfeils in Fig. 13 fortrücken; man läßt dasselbe deshalb auf eine Walze (Zeugbaum) sich aufwickeln, welche zeitweilig durch den Arbeiter oder in kurzen Intervallen selbstthätig durch einen von der Lade getriebenen Mechanismus gedreht wird.

Während bei der Herstellung der leinwandartigen Gewebe nur zwei verschiedene Lagen der Kettenfäden vorkommen, also auch zwei Schäfte ausreichen, sind bei allen andern Arten von Geweben eine größere Zahl verschiedener Lagen der Kettenfäden und demgemäß sich dem entsprechend auch die Zahl der im ganzen zu verwendenden Schäfte; alsdann ist das in Fig. 13 dargestellte Geschirr nicht mehr zu brauchen und es tritt an der in Fig. 14 skizzirte Contermarsch in Anwendung; hier steht jeder Schaft a durch eine Schnur mit einem zweiarmigen Hebel b b in Verbindung, der um einen Stift c drehbar ist; eine außerhalb des Schaftes herabgehende Schnur setzt diesen Hebel mit dem entsprechenden (um Stift e drehbaren) Hebel d in Verbindung, an welchen bei f die nach dem Tritt g führende Schnur angeknüpft ist; derselbe Schaft steht mittels Schnuren und Zwischenhebel h i mit einem zweiten Tritt k in directer Verbindung, wonach ohne Mühe ersichtlich, daß der Schaft a aus seiner mittlern Lage sowol durch Treten des Schemels g gehoben als auch durch Treten des Schemels k gesenkt werden kann; man hat nun in dem Geschirr so viel Schäfte anzuordnen, als verschiedene Lagen von Kettenfäden im Gewebe vorkommen, und so viel Schemel, als es verschiedene Lagen von Schußfäden gibt, und verbindet schließlich jeden Tritt mit allen denjenigen Schäften, die bei seinem Niedertreten gehoben werden sollen, mittels der Theile b c d f g, alle übrigen, welche ins Unterfach kommen sollen, direct mittels der Theile h i k. Durch eine veränderte „Anschnürung" der Tritte an die Schäfte ist es möglich, dasselbe Geschirr solcher Art zur Herstellung einer großen Zahl verschiedenartiger Bindungen und Gewebesorten vorzurichten; bei der Fabrikation der Köper, Atlasse und vieler kleiner

usterter Stoffe ist der Contermarsch allgemein im Ge-auch. Die Grenze seiner Anwendung liegt da, wo e Zahl der Schäfte zu groß wird, um sie im Stuhl nterbringen zu können, und die Zahl der Schemel zu oß, als daß jeder derselben den Füßen des Arbeiters quem zugänglich wäre. Dieser Fall tritt ein bei erstellung aller großgemusterten Stoffe (Damaste s. w.), bei welcher dieselbe Lage des Schußfadens ie des Kettenfadens erst innerhalb eines größern ntervalls wiederkehrt. An die Stelle des Conter-arsches tritt alsdann die Jacquardmaschine, von elcher Fig. 15 eine Vorstellung gewähren soll. An e Stelle der Schäfte treten hier einfache Schnuren torden) a, deren jede alle diejenigen Litzen vereinigt, ren Kettenfaden immer gleichzeitig gehoben werden üssen; diese Schnuren sind durch Löcher eines hori-ntalen, am Stuhlgestell befestigten Bretes (Platinen-oden) b geführt und an verticalen, oben mit einer rspringenden Nase versehenen Stäbchen (Platinen) c festigt; dieselben können mittels horizontaler Schienen Messer) d, welche in einem vertical beweglichen Schie-r (Messerkasten) e sitzen, um den zur Eintragung s Schußfadens erforderlichen Betrag gehoben werden, enn sie sich in der verticalen Stellung befinden; sie nnen aber aus dieser Stellung seitwärts verschoben m das auf dem Platinenboden stehende Ende ge-ebt) werden durch Horizontalschiebung der zu jeder latine gehörigen Nadel f, welche mittels einer Oese ieselbe umfaßt; jede solche Nadel wird durch eine kleine dem Federhaus g untergebrachte Schraubenfeder ach links gehalten, kann aber durch das im Quer-chnitt dargestellte vierseitige Prisma nach rechts ver-choben werden, wenn letzteres eine Horizontalbewegung dem erforderlichen Sinne ausführt; die Seiten die-s Prismas sind mit eingebohrten Löchern i versehen, elche mit den linksseitigen Enden der Nadel f corre-pondiren; diese Löcher müssen für diejenigen Nadeln, elche nach rechts verschoben werden sollen, verdeckt erden, was durch übergelegte, durch Fadenstücke be-eglich verbundene, eine endlose Kette bildende Papp-ischen h geschieht, die nur an denjenigen Stellen, elche den nicht zu verschiebenden Nadeln entsprechen, urchlocht sind; denkt man sich nun das erwähnte risma hin- und hergehend und zugleich durch einen esondern Mechanismus per Spiel um einen Winkel on 90 Grad um seine Achse gedreht, so wird die öglichkeit erhellen, für jedes solche mit dem Tempo er Ladenbewegung correspondirende Spiel eine an-ere durch das zu bildende Gewebemuster vorge-hriebene Gruppe von Platinen in derjenigen Position belassen, bei welcher sie durch den aufgehenden esserkasten gehoben werden, die übrigen aber jedesmal weit schief zu stellen, daß ihre Nasen außerhalb des ereichs der correspondirenden Messer kommen, also uf dem Platinenboden stehen bleiben; um ein gewisses uster herzustellen, wird man nur nöthig haben, eine lche Musterkette aufzulegen, deren Pappen an den ntsprechenden Stellen mit Löchern versehen sind; für des Muster ist daher eine andere Musterkette er-rderlich.

Die bisher beschriebenen Hülfsmittel sind für Hand-üble, bei denen alle Bewegungen durch Hände und üße eines Arbeiters hervorgebracht werden, und me-anische Stühle, deren Betrieb durch eine Naturkraft folgt, gleichmäßig in Anwendung; jedoch treten bei en letztern noch gewisse Bewegungsmechanismen hinzu, elche die erforderlichen Bewegungen von der Um-rehung einer umlaufenden, durch Treibriemen bewegten Welle (Antriebwelle) ableiten. Um hiervon wie von er gegenseitigen Anordnung aller wirksamen Theile einen Totaleindruck zu gewähren, sind in den Fig. 1 bis 5 die perspectivischen Abbildungen mehrerer mecha-nischer Webstühle aufgenommen worden.

Fig. 1 zeigt einen mechanischen Webstuhl von Ru-dolf Voigt in Chemnitz, bestimmt zur Herstellung lein-wandbindiger Gewebe; die Schäfte sind weggenommen gedacht, jedoch die Rollen, an denen dieselben aufge-hängt sind, im obern Theile des Gestells sichtbar; der Zeugbaum, auf welchem die Aufwickelung der Waare erfolgt, ist dem Beschauer zugekehrt.

Der in Fig. 2 dargestellte Wechselstuhl aus der-selben Werkstatt enthält die besondere Einrichtung, daß verschiedenartiger (z. B. verschiedenfarbiger oder verschieden starker) Schuß in regelmäßiger Abwechse-lung eingetragen werden kann; die Lade enthält zu dem Ende auf der einen Seite mehrere Schützenkästen, welche durch einen besondern Mechanismus vor jedem Ladenspiel so weit horizontal verschoben werden, daß jedesmal der gewünschte Schützen sich in der Ver-längerung der Ladenbahn befindet; hierdurch wird die Herstellung quergestreifter Stoffe auf dem mechanischen Webstuhl möglich.

In Fig. 3 ist ein großer, zur Herstellung gemusterter Teppiche geeigneter Kraftstuhl dargestellt, bei welchem zur Fachbildung zwar Schäfte angewendet sind, deren Hebung jedoch mittels zweier der Jacquardmaschine ähnlichen Vorrichtungen (Schaftmaschinen) erfolgt; die Pappenketten sind hier durch zwei aus Holzschienen ge-bildete Ketten ersetzt, welche an gewissen, durch das Muster vorgeschriebenen Stellen mit kurzen Stiften besetzt sind.

Eine einzige Schaftmaschine enthält der für klein-gemusterte Stoffe bestimmte mechanische Stuhl der Fig. 4, während der in Fig. 5 dargestellte Stuhl zur Aufnahme einer eigentlichen Jacquardmaschine vorge-richtet ist, daher keine Schäfte aufzunehmen hat.

Verwendet man als Kette ein Gespinst, welches durch die mannichfachen, bei der Fachbildung auftreten-den Reibungen leichte Schaden leitet (z. B. Baum-wollengarn), so muß man die Kette vor ihrer Verar-beitung schlichten, d. h. mit einer Stärkeabkochung überziehen, welche nach gehöriger Vertheilung und Austrocknung eine schützende Decke bildet; bei dem Handstuhl geschieht diese Operation auf dem Stuhle selbst mittels einfacher, vom Weber gehandhabter Bürsten; für mechanische Stühle ist jedoch eine eigene in Fig. 6 dargestellte Schlichtmaschine im Gebrauch, welche für eine größere Zahl von Stühlen die Ketten im voraus schlichtet; die auf besondern (in der Figur weggelassenen) Spulen aufgewickelten Kettenfäden passiren hier einen mit Stärkekleister erfüllten Trog, werden dann durch zwei schwingende Bürsten von oben und unten bearbeitet, hierauf durch einen Strom heißer Luft getrocknet, durch einen dem Blatt des Webstuhls (Fig. 7) ähnlichen Kamm in gleichmäßiger Nebeneinanderordnung erhalten, endlich auf den im obern Theile des Gestells gelager-ten Kettenbaum aufgewickelt; letzterer wird alsdann unmittelbar in den Stuhl eingelegt. Bei schafwollener Kette tritt an Stelle dieser Schlichtmaschine eine Leim-maschine, während seidene und leinene Ketten wegen der größern Glätte ihrer Fäden diese Bearbeitung nicht erfordern.

Wirkmaschinen*), Appreturmaschinen.

(Tafel 12.)

Das Wirken, 1589 vom Engländer James Lee er-funden, ist aus dem Stricken hervorgegangen; es ver-

*) Bearbeitet von G. Willkomm, Director der Fachschule für Strumpfwirker in Limbach bei Chemnitz.

wendet wie letzteres zur Herstellung eines flächenartig ausgedehnten biegsamen Fabrikats nur einen Faden, welcher in bestimmte Lagen (Maschen) gebogen und durch Einhängen derselben ineinander mit sich selbst verbunden wird. Diese Maschen (Fig. 10) gleichen zwei symmetrisch zueinander stehenden Buchstaben S (Ω); sie enthalten also den Faden nicht gerade gestreckt, sondern vielfach gebogen und stellen, wegen der Biegungselasticität des Fadens, ihre Form nach etwaigem Verziehen leicht selbst wieder her. Deshalb ist die Waare, das Gewirkte, elastisch und eignet sich besser als andere Gewebe zu solchen Kleidungsstücken, welche sich genau den Formen der Körpertheile anschmiegen sollen.

Zur Herstellung der Maschen sind Nadeln mit langen Haken (Fig. 10) und dünne Blechstücke mit mehrfachen Einschnitten (sogenannte Platinen) erforderlich, und zwar beide Stücke in derselben Anzahl als die Zahl der Maschen in der Breitrichtung des Waarenstücks beträgt. Während nun beim Stricken jede neue Masche einzeln dadurch entsteht, daß man den Faden als Schleife durch eine alte Masche hindurchzieht, so wird beim Wirken eine ganze Reihe Maschen mit einem male hergestellt, nachdem man mit ihnen folgende Vorbereitungsarbeiten vorgenommen hat (Fig. 10). Die alte Waare wird durch die Platineneinschnitte (Kehlen) auf den Nadeln zurückgezogen, der Faden über die Nadeln und unter die Platinennasen lang hingelegt und durch Herabsenken der einzelnen Platinen zu Schleifen zwischen die Nadeln eingedrückt, diese Schleifen werden vorn unter die Nadelhaken geschoben, die alten Maschen aber hinter denselben gelassen; die Hakenspitzen werden durch eine Schiene, die Presse, abwärts in die Riemen (Zschaschen) der Nadelschäfte gedrückt, sodaß man endlich die alten Maschen auf die Haken und von den Nadeln abschieben kann; sie bleiben dann in den neuen Schleifen hängen und diese bilden nun die neuen Maschen.

Diese Maschenbildung mit nur einem Faden nennt man die Kulirwirkerei (vom französischen couler, d. i. das Einschieben der Platinen zwischen die Nadeln). Eine andere Art des Wirkens, 1769 erfunden, verwendet nicht einen Faden, sondern eine ganze Menge paralleler Fäden, eine sogenannte Kette, und verbindet dieselben auch durch Bildung von Maschen; sie heißt die Kettenwirkerei.

Die Maschinen zur Kulirwirkerei sind: der Handkulirstuhl, auch Strumpfstuhl genannt, und flache sowie runde mechanische Stühle. Ein sogenannter französischer Rundstuhl, d. i. ein solcher, welcher die Nadeln auf einem Kreisringe horizontal und radial liegend enthält, ist in Fig. 1 abgebildet. Seine Kulirplatinen befinden sich in einzelnen Kapseln oder Rädern, den sogenannten Mailleusen- oder Maschenbildnern. Die Zeichnung deutet die beste Ausführung dieser Mailleusen, die sogenannten großen Mailleusen (mailleuses obliques, von Fouquet und Franz in Rottenburg a. N., Würtemberg, oder Stücklen und Terrot, Stuttgart), an, welche vollkommen genau kuliren und auch spröde Garne verarbeiten, weil sie die Schleifen bis zum Abschlagen der alten Maschen halten.

Seit etwa zwanzig Jahren ist eine andere Art der Maschenbildung für Kulirwaare bekannt geworden, welche Zungennadeln (selfacting needles, Fig. 9) verwendet, deren kurze Haken durch das Auflegen eines beweglichen Arms, einer Zunge, geschlossen werden, sodaß also das „Pressen" wegfällt. Hierbei wird in der Regel auch nicht kulirt, sondern es werden die Maschen, nach Art des Häkelns, einzeln hergestellt, indem die Nadeln einzeln durch ihre alten Maschen hindurchfahren, mit den Haken den Faden erfassen und ihn als Schleife durch neuen Maschen durch die alten hindurchziehen. In dieser Weise arbeitet die jetzt zumeist verbreitete Lamb'sche Strickmaschine, 1866 in Nordamerika erfunden, welche in Fig. 3 gezeichnet ist. Die Zungennadeln liegen in zwei Reihen schräg einander gegenüber und werden durch ihren untern zu Haken umgebogenen Enden von aus drei Platten (Fig. 4) gebildeten Rinnen aus Nuten erfaßt und gehoben und gesenkt, wobei sie Maschen einzeln nebeneinander bilden. Mit Winkelhebeln (Fig. 4) kann man die Lage der Nadelplatten verstellen, sodaß die Nadeln mehr oder weniger tief herabsinken und locker oder fest arbeiten. Man diese Maschine eine „Strickmaschine" genannt, weil mit ihr namentlich Strümpfe ungefähr in derselben Weise herstellen kann, wie durch Handstricken, rund, regulär und ohne Naht, hat aber diesen Namen auch auf andere, flach wie der Handstuhl arbeitende Maschinen mit übertragen, wenn dieselben nur zu bearbeiten waren und die Form der Strümpfe gulär, also ohne zu schneiden, erzielen ließen. Die Fig. 2 abgebildete Strickmaschine von Dubied de Watteville ist eine Lamb'sche Maschine mit gewisser Fadenführung und Fadenspannung; letztere besorgt für die Lamb'sche Maschine aus einem Stabe (Fig. 8), welcher den etwa überflüssigen Faden zieht und später wieder nachliefert. Die Strickmaschine von Christoffer (Fig. 6) kann auch rund Waare liefern; die Maschenbildung erfordert mit kurzen Haken und einen rotirenden Arm, an jeder bei ihm vorbeigeführten Nadel die alte hoch zieht und über die Nadel abschiebt. Die Strickmaschine von Hinkley, (Fig. 5) endlich kann nur Waarenstücke arbeiten (wie der Handstrumpfstuhl), ist eigentlich nicht eine Wirk-, sondern eine Einkettenstichnähmaschine, welche mit einer Nähnadel Faden als Schleife durch eine alte Masche hindurchführt, diese Schleife durch einen Fänger halten und endlich als neue Masche auf einen Kamm hängt. Der Kamm, welcher der Nadelreihe des Strumpfstuhls entspricht, erhält die neuen Maschen zeln nebeneinander, während er sich mit seinen Fäden an der Nähnadel vorbeibewegt.

Die Maschinen zur Kettenwirkerei sind Handflache mechanische Kettenstühle; Rundkettenstühle man bislang nur für Herstellung ganz starker Waare gebaut und kennt sie unter dem Namen Bologneser Maschinen.

Die meisten Gewebe, sowol die Gewebe im engern Sinne (geradfadige Gewebe), als auch die Wirkwaaren (krummfadige Gewebe), erfahren nach ihrer Herstellung gewisse zu ihrer Verschönerung dienliche Operationen, die man unter dem Namen Appretur, Appreturarbeiten zusammenzufassen pflegt; dahin gehört z. B. das Sengen und Trocknen der baumwollenen und schafwollenen Gewebe, das Walken, Rauhen, Scheren, Bürsten und Pressen der tuchartigen Stoffe, das Mangen und Kalandern der Kattune, im weitesten Sinne des Wortes auch das Färben und Drucken. Der knappbemessene Raum gestattete von den hierzu benutzten maschinellen Hülfsmitteln nur die Aufnahme einiger wenigen. Im Sinne von Beispielen aufzufassenden, nämlich der Centrifugaltrockenmaschine (Fig. 11), der Walke (Fig. 12) und einer Hutpresse (Fig. 13).

Die erstgenannte Maschine findet ihre Anwendung unmittelbar nach dem mit sehr einfachen Hülfsmitteln auszuführenden Waschen der Gewebe zur Entfernung des allergrößten Theils des anhängenden Wassers; sie besteht aus einem an verticaler Spindel befestigten kreiscylindrischen Kessel von Kupferblech, dessen Wan-

en mit vielen kleinen Löchern verſehen ſind, aus horizontalen, nach entgegengeſetzten Richtungen ufenden Antriebwellen, welche mittels Reibrädern rwähnte Spindel in ſehr ſchnelle Rotation ver-, endlich aus einem den Keſſel umſchließenden , auf welchem das die Antriebwellen lagernde ll angeſchraubt iſt; füllt man die naſſen Gewebe n Keſſel ein und verſetzt ihn in Drehung, ſo übt Centrifugalkraft die bekannte Wirkung aus, die be an die Wandung des Keſſels anzulegen und anhängende Waſſer bis auf einen kleinen, durch ampfung zu entfernenden Bruchtheil durch die r der Wand durchzutreiben; daſſelbe ſammelt ſich em Boden des umſchließenden Gehäuſes und fließt eine ſeitliche Oeffnung ſtetig ab.

e in Fig. 12 dargeſtellte Walke (Doppelkurbel- von Schimmel in Chemnitz) dient zu einer eigen- lichen Bearbeitung tuchartiger (ſchafwollener) e, durch welche der Fadenlauf derſelben (die nſcheinigkeit) zum Verſchwinden gebracht und die (auf Koſten der Länge und Breite) erheblich ver- rt, daher die Eigenſchaft, warm zu halten, in er- m Maße verliehen werden ſoll; dieſe Bearbeitung, e in einem unter Gegenwart von Seifenwaſſer indenden Durchkneten beſteht, beruht auf der nſchaft der Schafwollhaare, in erweichtem und er- ntem Zuſtand ſich ſchraubengangförmig zuſammen- hen und ſodann unter Einwirkung knetender Be- itung ſich zu verfilzen; die hier abgebildete Maſchine ilt in einem glattwandigen, innerlich mit Holz eideten Troge, deſſen Boden ſich nach beiden en hin in kreiscylindriſcher Form erhebt, einen elartig hin- und herſchwingenden Klotz (Walk- mer), welcher ſeine Bewegung von der horizontalen iebwelle aus mittels kurzer Schubſtangen em- gt; die zu walkenden, gehörig angefeuchteten, un- lmäßig zuſammengelegten Gewebeſtücke werden zu n Seiten des Walkhammers in den Trog einge- und erfahren nun, indem ſie vor dem Hammer ſtweichen, an der Innenwandung des Trogs auf- n und regelmäßig von oben her wieder vor den lhammer fallen, alſo eine langſame Circulation führen, die angedeutete Bearbeitung. Andere als wollene Gewebe beſitzen die Walkfähigkeit nicht; aber können Maſchinen der beſchriebenen Art zum chen leinener und baumwollener Stoffe benutzt en.

lle Faſerſtoffe beſitzen in einigem Grade die Eigen- t der Formbarkeit, d. h. es nehmen die Elementar- n, daher auch die daraus erzeugten Fabrikate, r Einwirkung von Wärme jede ihnen aufgeprägte n an und behalten dieſelbe alsdann mit einer ge- n Beharrlichkeit. Von dieſer Eigenſchaft, die . auch beim Plätten und Bügeln der Wäſche in rauch genommen wird, macht die in Fig. 13 dar- llte Hutpreſſe eine vortheilhafte Anwendung; die- ſoll den aus Filz, Gewebe, Strohgeflecht u. ſ. w. eſtellten Hüten die durch die jeweilige Mode vor- riebene Form geben; ſie enthält daher eine gußeiſerne, dickwandige, von unten her durch Holzkohlenfeuer Gas erhitzte Form, auf welche der Hut aufge- und ſodann mittels eines ſogenannten Gummi- els an allen Stellen gleichmäßig aufgedrückt wird; r Gummibeutel iſt eine haubenförmige dickwandige lle von vulkaniſirtem Kautſchuk, am Rande in einem llenen halbkugeligen Deckel ſo befeſtigt, daß auf Rückſeite die Herſtellung eines ſehr hohen Drucks bis 30 Atmoſphären) mittels eingepumpten Waſſers ſſig iſt; die Figur zeigt dieſen Deckel aufgeklappt, welcher Stellung der zu formende Hut eingelegt werden kann; er wird vor Herſtellung des hohen Drucks niedergeklappt und mittels eines kräftigen Riegelverſchluſſes geſchloſſen; das Einpumpen des Waſſers geſchieht wie in einer hydrauliſchen Preſſe mittels einer von Hand bewegten kleinen Druckpumpe; ſeit Einführung dieſer Maſchine iſt das früher übliche Aufbügeln der Hüte auf die Form faſt gänzlich außer Gebrauch gekommen.

Nähmaſchinen, Stickmaſchinen.

(Tafel 13.)

Die Ausbildung brauchbarer maſchineller Hülfsmittel zur Herſtellung von Verbindungs- und Ziernähten iſt einer der rühmenswertheſten Erfolge erfinderiſcher Thätigkeit des letzten Vierteljahrhunderts; die eigentliche Fabrikation guter Nähmaſchinen begann in den Vereinigten Staaten im Jahre 1850, in Deutſchland 1854.

Die älteſte Art von Nähmaſchinen, welche überhaupt in ausgedehntern praktiſchen Gebrauch gekommen ſind, lieferten die gewöhnliche, durch Handarbeit herſtellbare Heftnaht, bei welcher, wie Fig. 1 zeigt, ein einziger Faden abwechſelnd von der obern nach der untern Seite der zu vereinigenden Gewebeſtücke und zurück läuft; die Erzeugung derſelben fordert, daß die Nadel ſelbſt den geſammten Weg des Fadens zurücklegt, alſo entweder bei jedem Stich ganz durch den Stoff hindurchgeht, oder, wie Fig. 2 zeigt, gleichzeitig mehrere Windungen des wellenartig gefalteten Stoffs durchſticht; in Fig. 3 und 4 ſind zwei zur Herſtellung der Heftnaht beſtimmte Maſchinen dargeſtellt, wie ſie vielfach in Appreturanſtalten und Kattundruckereien benutzt wurden, um die einzelnen Gewebeſtücke mit ihren Enden aneinanderzunähen; zwei ineinandergreifende Zahnräder legen den ihnen zugeführten Stoff in viele regelmäßige Falten und ſchieben dieſelben auf eine den Nähfaden in einem Oehr enthaltende lange Nadel, welche am Geſtell befeſtigt iſt und deren möglichſte Annäherung an die Zahnräder durch eine auf deren Umfläche eingedrehte Nut zugelaſſen wird; löſt man alsdann die Nadel vom Geſtell und zieht man ſie vollends durch die Falten hindurch, ſo wird der Faden nachgezogen und verbindet die wieder geradgeſtreckten Stofflagen. In einer andern Art iſt dieſelbe Naht auch auf Maſchinen hergeſtellt worden, bei denen eine doppelſpitze, in der Mitte mit dem Oehr verſehene Nadel (Fig. 1) mittels zweier auf beiden Seiten der Stofflagen befindlicher Zangen abwechſelnd gefaßt, durchgeſteckt, wieder gefaßt, durchgezogen und an einer andern Stelle in entgegengeſetzter Richtung durch den Stoff geführt wird. Jedoch iſt dieſer Operationsmodus nur bei den weiter unten zu beſprechenden Stickmaſchinen in Gebrauch geblieben, während die Maſchinennäherei andere Arten von Nähten benutzte, bei welchen die Nadel nur von einer Seite in den Stoff tritt, den Faden mittels eines dicht über der Spitze befindlichen Oehrs durch den Stoff bringt, worauf der Faden durch eine Schlinge deſſelben Fadens (Einfadenkettenſtich, Tambourirſtich) oder durch einen zweiten Faden (Doppelſteppſtich, Doppelkettenſtich) gehalten wird und ſodann die Nadel nach derſelben Seite wieder zurückgeht, um an einer andern Stelle des inzwiſchen weiter geſchobenen Stoffs wieder einzuſtechen.

Von dem ſogenannten Einfadenkettenſtich geben die Fig. 5 und 6 eine genauere Vorſtellung; man erkennt aus Fig. 5, daß hier der Nähfaden für jeden Stich eine Schleife bildet, welche den doppelt zuſammengelegten Faden des nächſtfolgenden Stichs umfaßt; die Naht hat die Eigenſchaft, daß, wenn man den Faden an einem Ende (rechts, mit Beziehung auf Fig. 5) anzieht, ihre Auflöſung ohne Hemmniß erfolgt, eine

Eigenschaft, welche in einzelnen Fällen (Näharbeiten im Familienhaushalt) erwünscht, für die möglichste Haltbarkeit des Stoffs jedoch natürlich unwillkommen ist; Fig. 6 zeigt, wie bei dem Vorkommen eines sogenannten Fehlstichs die Trennung der beiden Stofflagen ohne Umstände möglich ist. Die gewöhnliche Art der Herstellung (mittels drehenden Hakens) soll durch Fig. 7 verdeutlicht werden; man sieht hier bei a die durch Niedergang und Beginn des Rücklaufs der den Faden führenden Nadel erfolgte Bildung einer Schleife (die Nadel hat auf der rechten Seite eine nur so flache Rinne, daß bei dem Rückgang derselben der mitgezogene Faden durch die Reibung im Stoff zurückgehalten, also zu einer Schleife formirt wird); man erkennt ferner (bei a und b), wie die Spitze eines an einer horizontalen Achse sitzenden Hakens in diese Schleife eingreift; während der hierauf folgenden Drehung des Hakens um 180 Grad geht die Nadel gänzlich zurück, die Schleife wird gänzlich über den Haken gezogen und durch eine an denselben anstoßende quadrantenförmige Schaufel um 180 Grad gewendet, während gleichzeitig der auf einer polirten Platte, Nähplatte, ruhende Stoff um die Stichlänge fortgeschoben wird; die gebildete Schleife hat jetzt die in c dargestellte Form; sie bleibt einen Augenblick so weit geöffnet, daß beim folgenden Niedergang der Nadel der doppelt gelegte Faden (also die nächst zu bildende Schleife) durch dieselbe hindurchgeht, daher sie bei dem nun folgenden Verlassen des Hakens diesen doppelt gelegten Faden umfaßt, während sogleich durch die eintretende Hakenspitze die Bildung einer neuen Schleife erfolgt; die so entstehende Fadenverschlingung ist von derselben Art, wie diejenige der sogenannten Luftmaschen beim Häkeln. Die angegebene Bildungsweise der Einfadennaht ist der ihrer Einfachheit wegen besonders zum Familiengebrauch beliebten Maschine von Wilcox und Gibbs eigenthümlich, von welcher Fig. 9 ein perspectivisches Bild gibt; man sieht hier oberhalb eines von zwei durchbrochenen gußeisernen Gestellwänden getragenen polirten Tisches das bogenförmige Gestell, welches die schon erwähnte Nähplatte trägt; unterhalb derselben ist die horizontale Welle gelagert, welche den beschriebenen Haken trägt und mittels Schnurlauf von einer unter dem Tisch angeordneten Triebscheibe die Rotationsbewegung empfängt; die Drehung dieser Triebscheibe wird mittels Kurbelgetriebe von einem lyraförmig gestalteten Fußtritt erzeugt. Die Nadel sitzt in einer vertical geführten Stahlstange (Nadelstange), deren Bewegung mittels eines ungleicharmigen Hebels durch Excenter und Excenterstange von der Drehung der Greiferwelle abgeleitet wird. In der Nähe der Nadel vollführt in einem rechteckigen Ausschnitt der Nähplatte der sogenannte Stoffrücker eine krummlinige oder rechteckige Translationsbewegung dergestalt, daß wenn der zu nähende Stoff zwischen die gekerbte Oberseite dieses Stoffrückers und die glatte Unterseite des von oben her federnd angedrückten Stoffdrückers gebracht wird, eine schrittweise Fortschiebung des Stoffs erfolgt, deren Betrag übrigens durch einen besondern Mechanismus (Stichsteller) der gewünschten Stichlänge entsprechend verstellt werden kann.

Der Einfadenkettenstich kann übrigens auch mittels eines geradlinigen hin- und hergehenden Hakens erzeugt werden; Fig. 8 zeigt ein kleines, jedoch nicht zu ernstlicher Anwendung geeignetes Nähmaschinchen dieser Art, bei welchem der schwingende Haken und der Stoffrücker an einem einzigen federnden Blechstück sitzen, dessen Schiebung durch die gekrümmte Nadel selbst erfolgt; letztere bildet wiederum ein federndes Stück mit der Nähplatte und wird unmittelbar durch den Druck des Fingers zum Eingreifen gebracht; die Abbildung dieser Maschine ist aufgenommen, um die gegenwärtig im Maschinenbau vorherrschende Richtung in Vereinfachung durch Verminderung der Anzahl der Theile zu charakterisiren; an einer solchen leidet bei fortschreitender Vereinfachung die Brauchbarkeit wieder auf.

Der Zweifadenstepp**stich** ist in Fig. 10 und 11 illustrirt; von den beiden zur Bildung erforderlichen Fäden tritt der eine, der obere von der untern Seite in den Stoff, schließen sich in der Mitte derselben, indem dieser über jenem hinläuft; hat der obere viel stärkere Spannung als der untere, indem sich der erstere ganz straff legt, nicht in der Mitte der Stoffdicke (wie Fig. 10 zeigt) auf der Unterseite des Stoffs. Im Falle ein verhältnißmäßig leichter Faden möglich ist; Grundbedingung einer guten Naht ist daher bei dem Stich die ganz gleichmäßige Spannung. Hauptvorzug derselben die alsdann große Haltbarkeit und das gleichmäßige Aussehen beiden Seiten des Stoffs. Beim angegebenen Art verschlungenen Faden obere durch die Nadel herbeigeschafft, untere auf einem Laufspulchen mit in einem dem Webschützen (Taf. 1) ähnlichen kleinen stählernen Schiffchen (Taf. 13, Fig. 11 und 12); das Zusammen wird mittels der Fig. 12 verständlicher drei verschiedene gegenseitige Stellungen del und Schiffchen dargestellt sind. Nachdem den Oberfaden durch den Stoff gezogen bereits ein Stück zurückgegangen, (in Leser abgewendeten Seite) die Nadel begonnen hat; das Schiffchen mit dem Unterfadens beginnt seine geradlinige bewegung von links nach rechts, mit spitzten Ende durch die gebildete Schlinge fahren; bei b erscheint es zu drei Viertel gangen, bei c hat es seinen Lauf vollendet her die Umschlingung des Unterfadens fadens zu Stande gebracht ist, nachdem (durch den vorhergehenden Stich) faden hinter sich läßt; durch den Rücklauf Nadel (nach Befinden unter Mitwirkung dern Fadenspanners) wird nun der gezogen und zieht daher den Unterfaden der Stoffdicke nach oben. Diese Umschlingung zwischen Polfaden und den gazebindigen Geweben; wo diese Schußfäden gehalten werden, erfolgt Verbindung der beiden Stofftücke; zu ihrer Herstellung dienenden Nähmaschine) knüpft sich an die Namen Howe und Singer. Die äußere Form cher Schiffchenmaschinen (ausgenommens Müller in Dresden) ist aus der ersehen; bei der einen geschieht Nadelstange mittels Hebel und bei andern mittels verzahnter Räder. Schiffchen in einem Korb, welcher platte die erforderliche geradlinige Maschinen dieser Art sind für (Nähmaschinen in Tuch und Leder Gebrauch, neuerdings haben sie sionen ausgeführt) auch für die die Einfadenkettenstichmaschine

ı, nachdem ihr Verkaufspreis durch höchst ra- e Fabrikationsmethoden beträchtlich herabgezogen

; der durch die Fig. 15 und 16 dargestellten aschine von Wheeler und Wilson, welche aus- lich für Weißzeugnäherei im Gebrauch ist, erfolgt erstellung derselben Naht ohne Schiffchen, unter fenahme eines rotirenden Hakens und eines in Höhlung desselben untergebrachten flachscheiben- ı gestalteten Spulchens („stehende Spule"); die und Wirkung der letztgenannten Theile wird en Fig. 17 und 18 ersichtlich; in Fig. 17 hat adel diejenige Stellung, bei welcher die Spitze reifers die entstehende Schleife des Oberfadens ; diese Schleife wird durch die weitere Drehung Greifers vergrößert und vermöge dessen eigen- icher, ohne Modell schwer zu verdeutlichender t so geführt, daß die den Unterfadenvorrath ent- de Spule hindurchschlüpft (oder richtiger: die se über diese Spule hinweggezogen wird); dieser ng ist bei der in Fig. 18 dargestellten Position ı vollendet; die Oberfadenschleife verläßt den r bei weiterer Drehung (Fig. 17, links) und bei Gelegenheit der Erzeugung des nächstfolgen- Stichs durch Anziehen des Fadens zum Ver- den gebracht, wobei die beiden Fäden ihre gegen- Umschlingung vollenden. Der Vortheil dieser ngsweise der Doppelsteppstichnaht liegt in dem all der oscillirenden Bewegung des Schiffchens, t das lästige Geräusch der Schiffchenmaschinen igt und eine größere Stichzahl pro Zeiteinheit glicht ist. In Fig. 19 ist der zu dieser Maschine ige Stoffrücker und die Nadel in größerm Maß- dargestellt; die Fig. 20 und 21 zeigen die An- ung zweier wichtiger Hülfsapparate (des Säumers des Schnuraufnähers) an der Nähplatte; dieselben len, daß der zu bildende Saum, beziehentlich die nähende Schnur sich ohne besondere Bemühung lähenden genau unter die einstechende Nadelspitze en.

e größte Fadenlänge erfordert der in den Fig. ıd 23 dargestellte Zweifadenkettenstich; hier bildet Oberfaden in jedem Stich eine Schleife, welche durch den Stoff hindurchgezogen und auf der seite desselben durch den zweiten Faden gebunden elcher sowol diese Schleife als Ganzes umschließt, uch (in rückläufiger Bewegung) dieselbe durch- . Dieser Stich liefert eine sehr haltbare Naht, wenn man den Unterfaden besonders stark nimmt, chöne Ziernaht; zu seiner Herstellung dienen zwei n, eine gerade für den Oberfaden und eine kreis- förmig gekrümmte (Zirkelnadel) für den Unter- . Die nordamerikanische Firma Grover und Baker e ersten und meisten Nähmaschinen für Zweifaden- stich auf den Markt gebracht; in Fig. 24 ist eine dargestellt.

der äußern Disposition der Theile werden bei Nähmaschinen oftmals erhebliche Aenderungen endig, wenn die zu nähenden Gegenstände eine chförmige oder sackförmige Gestalt haben, wie ärmel, Schuhe u. dgl.; statt der Nähplatte dient nn ein freiragender metallener Hohlcylinder (Fig. der eine vierseitige abgestumpfe Pyramide (Fig. ur Unterstützung des Arbeitsstücks.

s in naher Verwandtschaft mit der Nähmaschine d, ist auf unserer Tafel noch die Heilmann'sche lmaschine durch eine Abbildung (Fig. 27) ver- , bei welcher die durch Fig. 1 charakterisirte ungsart der Nadel zu Grunde liegt und eine große ngsfähigkeit durch gleichzeitige Bewegung sehr vieler Nadeln (200 bis 500), welche in zwei horizontalen Reihen angeordnet sind, erzielt wird. Der mit Stickereien zu bedeckende Stoff ist in einem verticalen Rahmen glatt ausgespannt und mit diesem in seiner Ebene nach jeder Richtung beweglich; durch einen Storchschnabel empfängt dieser Rahmen vor jedem Durchgang der Nadeln von einem durch den Arbeiter auf einer Musterzeichnung weiter gesetzten Fahrstift aus eine dem Intervall zweier Nachbarstiche entsprechende Bewegung; vor und hinter diesem Rahmen ist auf horizontalen Gleisen je ein breiter Wagen fahrbar angeordnet, welcher für jede Sticknadel eine kleine Zange trägt; alle Zangen eines solchen Wagens können mittels eines einfachen, vom Arbeiter zu bewegenden Mechanismus gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden, um die Sticknadeln sämmtlich freizulassen oder sämmtlich zu fassen. Hiernach ist das Spiel dieser Maschine leicht zu verstehen: die Nadeln, welche in ihrem auf der Mitte sitzenden Oehr ein Fadenstück enthalten, werden durch Heranschieben des einen Wagens in den Stoff eingestochen, auf der entgegengesetzten Seite von den Zangen des zweiten Wagens erfaßt und so weit durchgezogen, daß die nachfolgenden Fäden straff werden; hierauf folgt die durch das Muster bedingte Versetzung des Stoffrahmens, die Nadeln werden an einer andern Stelle durchgesteckt, von den Zangen des ersten Wagens erfaßt, abermals durchgezogen bis zu voller Anspannung der Stickfäden, worauf der Rahmen mittels des Storchschnabels um ein Stichintervall weiter gesetzt wird u. s. f.

Diese Maschine begründet ihre Leistungsfähigkeit, wie man sieht, auf das schon mehrfach erwähnte Princip der Vervielfachung des Werkzeugs, ohne daß jedoch der Betrieb durch Naturkräfte — wie solches bei der Nähmaschine der Fall ist — möglich wäre.

Buchdruckmaschinen.

(Tafel 14.)

Von den beiden Hauptarbeiten des Buchdruckers, dem Setzen und Drucken, wird zur Zeit nur die eine, das Drucken, unter Benutzung maschineller Hülfsmittel ausgeführt, wogegen das Setzen, d. h. die geordnete Zusammenfügung der mit erhabenen Schriftzeichen versehenen metallenen Typen zu Zeilen und Columnen, ein zu hohes Maß von Intelligenz erfordert, als daß hierfür die Handarbeit zu entbehren wäre. Unsere Tafel enthält daher zwar Druckmaschinen, aber keine Setzmaschinen, wiewol an der Ausbildung der letztern vielfach gearbeitet wird; dagegen sind zur Vervollständigung der Darstellung die wenigen Werkzeuge des Setzers aufgenommen.

Die kleinen Theile, aus welchen die Formen zum Bücherdruck zusammengesetzt werden (Typen, Lettern), sind aus einer Legirung von Blei und Antimon gegossen und enthalten die mit Farbe auf das Papier zu übertragenden Buchstaben, Zeichen u. s. w. in verkehrter und erhabener Darstellung. Außer den eigentlichen Schriften gehören dahin Zeichen verschiedener Art, Klammern, Linien, Einfassungen, ferner die nicht zum Abdruck gelangenden, sondern nur zur Ausfüllung der im Druck leer bleibenden Räume bestimmten Ausschließungen (Quadrate oder Gevierte, Halbgevierte und Spatien), endlich der Durchschuß, dünne Streifen (Durchschußlinien) oder dickere Stäbchen (Concordanzquadrate), welche zwischen die Zeilen eingesetzt werden, wenn man sie in größern Abstand voneinander bringen will. Jede Letter besitzt nahe am Fuße, und zwar auf der Fläche, welche dem untern Ende des Buchstabens entspricht, eine halbrunde Auskerbung (Signatur), welche als ein fühlbares Merkmal dient, um die rich-

tige Stellung ohne Hinsehen zu finden. Die Herstellung der Lettern geschieht in einem sogenannten Gießinstrument, d. h. einer mehrtheiligen metallenen Gießform; die gegossenen Lettern erfordern vor ihrer Verwendung gewisse Zurichtungsoperationen (Schleifen, Hobeln, Bestoßen) zur Entfernung des Grathes, Herstellung der genauen Länge u. s. w.; unsere Tafel zeigt in Fig. 17 zwei Ausführungsformen des sogenannten Linienhobels, mit dessen Hülfe die Endflächen der gegossenen (oder auch gezogenen) Linien genau rechtwinkelig (zuweilen auch unter spitzem Winkel) abgehobelt werden; Fig. 18 gibt die Anordnung eines Linienschneide-Instruments, bei welchem die gleiche Absicht durch ein scherenartig wirkendes, an einem Hebel sitzendes Messer erreicht wird.

Die verschiedenen Schriften werden in die Fächer des Setzkastens, Fig. 12, vertheilt, und zwar so, daß die am häufigsten vorkommenden Buchstaben der Hand am nächsten sind. Aus den verschiedenen Fächern dieses Kastens entnimmt nun der Setzer die zur Wiedergabe eines Manuscriptes erforderlichen Lettern mit der rechten Hand und fügt dieselben in dem in seiner linken Hand befindlichen Setzinstrument, dem Winkelhaken, Fig. 14 und 15, zu Zeilen aneinander; das abzusetzende Manuscript ist an einem auf dem Kasten eingestochenen Halter, dem Tenakel, Fig. 13, befestigt. Sobald eine Zeile voll gesetzt ist, wird sie ausgeschlossen, d. h. man erzeugt durch Einschiebung dünner Spatien eine angemessene Spannung, welche das Herausfallen einzelner Buchstaben bei den folgenden Manipulationen verhindert; alsdann wird ein passend gestaltetes Stück Messingblech, die Setzlinie, übergelegt, damit die neue Zeile eine glatte Unterstützungsfläche findet. Mit 10 oder 12 Zeilen ist der Winkelhaken gefüllt und es wird nunmehr der Satz auf ein mit Randleisten versehenes Bret, das Schiff, Fig. 16, aufgestellt. Hat sich hier so viel Satz angesammelt, daß er eine Druckseite (Columne) gibt, so wird das Ganze mit Bindfaden fest umschlungen (ausgebunden), worauf die Columne frei aufgenommen und auf eine Tafel übertragen werden kann. Zu einem vollen Bogen gehören, je nach dem gewählten Format, 8, 16, 24 u. s. w. Columnen. Diese werden auf der erwähnten Tafel in der erforderlichen Anordnung aufgestellt, mit einem eisernen Formrahmen umgeben, die Lücken zwischen den Columnen mit genau rechtwinkelig gearbeiteten hölzernen oder auch metallenen Stegen ausgefüllt, endlich Columnen, Stege und Formrahmen mittels Schrauben, Keilen, Zahnstangen und Getrieben (mechanische Schließstege, Fig. 20) zu einem festen Ganzen zusammengeschlossen; vorher feuchtet man den Satz mit Wasser an, damit die von den Bindeschnuren zu befreienden Columnen durch Adhäsion zusammenhalten. Vor Beginn des eigentlichen Drucks wird zunächst ein Probeabdruck genommen, auf welchem alle etwa vorhandenen Fehler aufgesucht und bezeichnet werden (Correctur). Hierbei kann der in Fig. 19 dargestellte Apparat mit Vortheil benutzt werden; derselbe besteht aus einem Tisch mit gehobelter Metallplatte zur Aufnahme des Satzes und aus zwei zur Geradführung einer Druckwalze angegossenen horizontalen Leisten. Man trägt die Druckfarbe mittels einer elastischen, aus Leim und Sirup über einer Achse gegossenen Walze auf, legt den schwach durchfeuchteten Druckbogen über, bedeckt denselben mit einigen andern Papierbogen oder mit einem Stück Filz und rollt nun die mit Filz bedeckte (in unserer Figur dargestellte) Druckwalze unter Ausübung eines angemessenen Drucks über den Satz hin. Auf dem so erhaltenen Abdruck werden vom Corrector alle Fehler verbessert, worauf der Setzer nach Anleitung des [illegible] Bogens die Verbesserungen in [illegible] unter Benutzung einiger einfacher [illegible] aufgenommenen) Hülfswerkzeuge [illegible] in den meisten Fällen wird auf [illegible] zweiter und selbst dritter Abzug [illegible] bogen) gemacht, um die mit [illegible] nächtigkeit dem Satze sich anhaftenden [illegible] zu beseitigen. Hiernach ist die Druckform fertig. Bevor wir jedoch nach [illegible] Einrichtung der Druckmaschinen [illegible] einiger zur Herstellung der schwarzen [illegible] und der Druckschwärze dienenden [illegible] Die aus Leimlösung und Sirup [illegible] Farbwalze wird in einem durch [illegible] doppelwandigen kupfernen Kessel [illegible] mit Schöpfkellen in die aus [illegible] bestehende Gießhülse, Fig. 6, eingegossen, in dieser die metallene Achse [illegible] Hülse ist zweitheilig und kann [illegible] lung und Erhärtung der Masse [illegible] Druckfarbe besteht von alters her [illegible] Mischung von eingekochtem Leinöl [illegible] zu deren Herstellung und höchst [illegible] sich besonderer Reibmaschinen [illegible] nach Art der Kegelmühlen, Fig. [illegible] mühlen (Taf. 1, Fig. 15) construirt.

Die zum Drucken dienenden Einrichtungen sind die Handpressen, Schnellpressen oder Druckmaschinen. Von der erstern enthält unsere Tafel in den Fig. 6 und 7 dargestellten Anordnungen die gegenwärtig beliebteste Einrichtung derselben dar. Der Satz wird hier auf einer horizontalen Platte, dem Karren oder Fundament, welcher auf zwei horizontalen Führungsleisten horizontal verschoben werden kann; in dieser liegt der Satz (die Form) frei und wird mit Farbwalze eingeschwärzt, auch mit Papier den Bogen und einem aus dünnem Leder bestehenden Deckel bedeckt werden. Zur Aufnahme wird eine kräftig ausgeführte, mit Rippen versehene gußeiserne Platte mit kräftigem Drucke niedergedrückt mittels eines Mechanismus, der eine starke Uebersetzung zwischen Kraft und Last bewirkt, der nämlich als Verbindung eines doppelten Kniehebels mit einem großen Excenterhebel (Preßbengel) anzusehen ist. Die mit Farbe bedeckten Buchstaben werden auf das Papier gleichmäßig und kräftig gedrückt, entsteht durch Mittheilung der Farbe den Abdruck; der Tiegel wird wieder in die Höhe nach vorn gefahren, der Deckel abgenommen, der bedruckte Bogen abgenommen.

Alle hiernach erforderlichen Operationen werden von Hand ausgeführt. Die Abdrücke dieser Pressen von tadelloser Beschaffenheit, doch ist die Quantität der Leistung nur eine beträgt (bei Voraussetzung zweier Arbeiter) 200 Abdrücke pro Stunde.

Auch die kleine Numerirmaschine, Fig. 7, kann zu den Handpressen gerechnet werden, obwol sie nicht eine aus sehr wenigen Theilen bestehende Form enthält; sie dient zum Numeriren mehrerer Bücher und zum Druck von Nummern auf Werthpapieren, Lotterieloosen etc. Auf die Fläche wird das zu bedruckende Blatt aufgelegt und der auf dieser befindliche Satz befindet sich an einer

em einen kleinen selbstthätigen Schwärzapparat die Ziffern befinden sich am Umfang kleiner rer Scheiben, welche in gleicher Art wie die en eines Zählwerks durch die Hebelbewegung eine solche schrittweise Drehung empfangen, daß rtgesetztem Niederdrücken des Hebels die natür- Zahlenreihe gedruckt wird.

nellpressen nennt man solche Druckmaschinen, auf den Betrieb durch Naturkräfte eingerichtet ieselben wurden durch einen Deutschen, Friedrich aus Eisleben, erfunden, jedoch infolge der läg- Patentschutzverhältnisse Deutschlands nicht hier, n in England (1804—12) zur eigentlichen brung gebracht. In den Fig. 1 und 2 sind iden verbreitetsten Anordnungen der König'schen llpressen dargestellt. Bei beiden ruht die Druck- auf einem ebenen Karren, dessen Hin- und Her- ng jedoch mittels eines Hypocykloidenräderwerks bewegung) von einer durch Dampf betriebenen hwelle aus erfolgt; das Aufpressen des Bogens ie eingeschwärzte Form geschieht mittels eines mit berzogenen gußeisernen Cylinders, welcher durch Zahnstangen und zwei Getriebe in solcher Art t wird, daß seine Umfangsgeschwindigkeit mit eschwindigkeit des Karrens in jedem Augenblick der gung genau übereinstimmt. Die einfache Schnell- e, Fig. 1, enthält einen, die doppelte, Fig. 2, zwei Druckcylinder; die Bewegung derselben ist inso- eine absetzende, als ihre Drehung nur während Druckens erfolgt, worauf sie während der Karren- hr stillstehen. Innerhalb dieses Zeitintervalls gt sowol das Einschwärzen der Druckform als das gen eines Bogens; für ersteres ist ein ganzes m elastischer Farbwalzen vorhanden; die oberste sich innerhalb eines mit Farbevorrath gefüllten lters; eine schwächere Leckwalze tritt in periodi- Hebung an dieselbe heran und überträgt die ab- nmene Farbe auf eine unter ihr befindliche mit ung und Schlebung zugleich begabte Walze; über folgende stärkere Walze gelangt die Farbe auf unelastische (metallene) Walze und von dieser auf eiden Auftragwalzen, welche die Schriftseite der berühren. Das Einlegen des schwach gefeuch- Papiers geschieht durch einen seitwärts der hine aufgestellten Knaben oder ein Mädchen; von im obersten Theil der Maschine befindlichen rvorrath wird je ein Bogen entnommen und auf schiefe Ebene so nahe an den Druckcylinder ge- en, daß derselbe ihn mit eigenen beweglichen ern (Greifern), welche in diesem Moment geöff- ind, erfassen kann; in dem Augenblick, wo die ung des Cylinders beginnt, klappen die Greifer nd ziehen den Bogen mit sich fort, der folglich den Cylinder und Schriftsatz gelangt und sogleich ückt wird; hiernach wird der Bogen von einem em endloser, über Rollen gehender Bänder (Lauf- er) in Empfang genommen und durch ein leichtes nartiges Werkzeug (Ableger)', welches in schwin- er Bewegung zwischen den Laufbändern durchschlägt, einen Tisch abgelegt. Die Zahl der auf einer chen Schnellpresse dieser Art zu erhaltenden Ab- le beträgt 1000 bis 1500 pro Stunde; eine Doppel- llpresse, Fig. 2, liefert demgemäß 2000 bis 3000 rücke in derselben Zeit.

für den Zeitungsdruck ist auch diese beträchtliche hungsfähigkeit noch nicht groß genug und man hat h Anwendung des Princips der Vervielfachung wirksamen Theile erstaunlich größere Productions- gkeit zu erzielen gewußt. Am besten ist solches ge- gen, indem man die Druckform (durch Gießen her- gestellte Copie des Satzes) auf dem Umfang eines gußeisernen Cylinders (Typencylinder) anordnete, gegen welchen eine größere Zahl von Druckcylindern zur Wirkung kommt; der Typus dieser Art Schnellpressen wird durch Fig. 3 repräsentirt, eine amerikanische Riesen- oder Mammuth-Schnellpresse darstellend; hier sind um den Typencylinder sechs Druckcylinder nebst sechs Anlegetischen und sechs Ablegern gruppirt, wozu eine gleiche Anzahl von Farbwalzenapparaten gehört; für jede Umdrehung des Typencylinders wird die Form desselben sechsmal abgedruckt, woraus die Möglichkeit erhellt, die Zahl der Abdrücke auch ohne das Tempo des Druckens zu beschleunigen, auf das Sechsfache der einfachen Schnellpresse (6—9000 pro Stunde) zu steigern; da es aber zulässig ist, die Geschwindigkeit einer in derselben Richtung rotirenden Form noch erheblich größer zu wählen, als diejenige einer geradlinig hin- und hergehenden Form (wegen des Wegfalls der Trägheitswirkungen), so ist die Zahl der Abdrücke auf einer solchen Presse leicht auf 12—16000 pro Stunde zu bringen. Die Ueberführung der geraden Form des Satzes in die kreiscylindrische Krümmung geschieht in folgender Art: Ueber dem fertigen Satz wird eine Matrize gebildet durch Uebereinanderlegen mehrerer mit Kleister bestrichener Papierblätter und Aufklopfen derselben mittels einer Bürste; diese Matrize, welche die Schriftzeichen vertieft enthält, läßt sich mit Leichtigkeit biegen, daher in eine Gießform einlegen, deren Höhlung die dem Umfang des Typencylinders entsprechende Krümmung hat; durch Füllung der Gießform mit geschmolzenem Schriftzeug erhält man so die erforderliche cylindrisch gekrümmte Copie des Satzes, welche nur noch durch Bearbeitung mittels Bandsäge, Hobelmaschine und Drehbank auf den Typencylinder genau aufgepaßt werden muß.

Von den anderweiten in Buchdruckereien gebrauchten Maschinen enthält unsere Tafel noch eine Satinirmaschine, Fig. 9, eine hydraulische Glättpresse, Fig. 10, und eine Papierschneidemaschine, Fig. 11.

Das Satiniren des Papiers wird bei bessern Arbeiten vor dem Drucken vorgenommen; es verleiht demselben eine solche Glätte und Ebenheit der Oberfläche, daß es den Druck in seiner ganzen Reinheit und Schärfe aufzunehmen im Stande ist. Das Papier wird angefeuchtet und zwischen Zinktafeln gelegt, sodaß jeder Bogen auf beiden Seiten von einer Zinktafel berührt wird; etwa 25 solche Tafeln werden alsdann durch die Satinirmaschine, Fig. 9, geführt, welche im wesentlichen aus zwei gußeisernen, abgedrehten Walzen besteht, von denen die untere mittels eines doppelten Radvorgeleges von einer Kurbelwelle aus in Umdrehung versetzt und die obere mittels einer Schraubenstellung in solche Entfernung gebracht wird, daß die Zinktafeln beim Durchwalzen mit dem erforderlichen Druck gegeneinander gepreßt werden.

Das Glätten des Papiers erfolgt nach beendetem Druck unter Anwendung von Preßspänen oder Glanzpappen, welche in regelmäßiger Abwechselung mit je einem Bogen zu kleinen (25—50 Bogen enthaltenden) Stößen zusammengelegt werden; aus diesen und zwischengelegten Bretern wird ein größerer Stoß gebildet, den man in der hydraulischen Glättpresse, Fig. 10, einem mittels der zugehörigen Druckpumpe erzeugten hohen Druck aussetzt und längere oder kürzere Zeit darin beläßt. Zu demselben Zweck waren früher auch (und sind theilweise noch) Schraubenpressen im Gebrauch.

Die in Fig. 11 dargestellte Papierschneidemaschine findet ihre Anwendung hauptsächlich bei Ausführung der sogenannten Accidenzarbeiten, womit man die Druckarbeiten von kleinerm Umfang (Circulare,

Geschäftspapiere aller Art, Visitenkarten u. s. w.) bezeichnet; dieselben werden stoßweise auf dieser Maschine beschnitten und liegen hierbei auf einem festen Tische, gegen welchen sich in geradliniger, unter einem Winkel von 30—45 Grad gegen den Tisch geneigter Translationsbewegung ein scharfschneidiges Messer herabsenkt; die angegebene Bewegungsrichtung bewirkt, daß die Wirkungsweise des Messers derjenigen einer Säge nahe kommt, welche erfahrungsmäßig für das leichtere Durchschneiden günstig ist. Die Maschine wird mittels einer Kurbel, deren Welle durch zwei Stirnräderpaare und eine doppelte Schubkurbel mit dem Messer in Verbindung steht, in Bewegung gesetzt.

Maschinen des Schriftgießers, Stein- und Kupferdruckers.

(Tafel 15.)

Im Anschluß an die bei Beschreibung der vorigen Tafel nur kurz besprochene Herstellungsweise der Lettern sind mittels vorliegender Tafel zunächst einige maschinelle Hülfsmittel des Schriftgießers näher zu erläutern. In Fig. 10 ist eine zweckmäßige Anordnung des Gießofens dargestellt, in welchem die Schmelzung des Schriftmetalls erfolgt; dasselbe wird entweder mittels kleiner Löffel in das Gießinstrument eingegossen oder — wie die Figur zeigt — mittels kleiner metallener Handpumpen in dasselbe hineingespritzt. Vereinigt man Gießofen, Gießpumpe und Gießinstrument mit geeigneten Bewegungsmechanismen in solcher Art zu einem Ganzen, daß die Schließung des Gießinstrumentes, das Einspritzen des Schriftzeugs, das Auswerfen der fertigen Type u. s. w. von der fortlaufenden Drehung einer Antriebwelle abgeleitet werden kann, so hat man die in Fig. 11 dargestellte Letterngießmaschine, eine der bewundernswerthesten Leistungen der Maschinentechnik; dieselbe erzeugt stündlich etwa 1200 Typen, wogegen ein Schriftgießer höchstens 500 in derselben Zeit fertig bringt. Fig. 14 zeigt die äußere Einrichtung eines größern Gießinstrumentes (einer Gießform) zur Herstellung von Stereotypplatten. Man versteht hierunter aus Schriftzeug hergestellte Abgüsse ganzer Columnen des aus einzelnen Typen zusammengefügten Satzes, zum Zwecke der Schonung dieser Typen bei Herstellung großer Auflagen und der unveränderten Erhaltung des Satzes bei Herstellung solcher Werke, deren nachfolgende Auflagen keine Aenderungen erfordern (Bibeln, Logarithmentafeln u. s. w.) Es wird aus Gips oder aus mit Kleister bestrichenen Papierlagen eine Gegenform des Satzes hergestellt, welche nach erfolgter Austrocknung so in die kastenförmige Hohlform des in Fig. 14 dargestellten Apparates eingelegt wird, daß sie den dem einzugießenden Metall dargebotenen Hohlraum auf der einen Seite begrenzt. Statt des Gießens wendet man (so zur Vervielfachung von Holzschnitten) auch das galvanoplastische Verfahren an, indem man mittels der in Fig. 9 dargestellten Schraubenpresse eine Gegenform aus durch Erwärmen erweichter Guttapercha herstellt, diese an der Oberfläche durch Ueberziehen mit Graphit leitend macht und mittels des galvanischen Stroms eine Schicht Kupfer darauf ablagert. Das in Fig. 13 dargestellte Bestoßzeug dient zur Vollendung der gegossenen Typen durch Abhobeln der Kanten und besteht aus einer Einspannvorrichtung zur Aufnahme einer ganzen Reihe von Typen und aus einem darüber hinzuführenden Hobel. Zur Zurichtung der Stereotypplatten (Geradschneiden der Ränder) wird häufig eine kleine durch den Fuß zu betreibende Kreissäge, Fig. 12, in Benutzung genommen. Die Herstellung der sogenannten Linien geschieht statt auf einer Ziehbank, Fig. 4, in der geschnittene Blechstreifen auf einem [illegible] lichen Schlitten befestigt und mit [illegible] triebe und Kurbel unter einem [illegible] bis die erforderliche Gestalt und [illegible]

In der dem Buchdruck nahe verwandten Stein- und Steindruckerei bedient man sich [illegible] maschineller Hülfsmittel: die eine [illegible] maschine, Reliefmaschine, Pantographen- schleifmaschine, Fig. 2, 3 und 7) [illegible] der Druckplatten, welche freilich [illegible] Handarbeit ist, die andere (Kurbel- druckpresse, autographische Presse u. s. w.) zum Abdruck dieser Platten.

Die Liniirmaschine, Fig. 3, hat einen festliegenden Rahmen, auf welchem ein Getriebe und Kurbel ein Schlitten geschoben werden kann; letzterer trägt in Prismenführung einen kürzern Querschlitten ein mit Gravirstift oder Ziehmesser versehenen Hebel angeordnet ist; mit Hülfe einer Schraubenspindel, deren äußeres Ende einen Kopf trägt, läßt sich dieser Querschlitten in größere Intervalle verschieben, wie solches erhellt, auf einer innerhalb des Rahmens festgehaltenen Kupferplatte, einem Lithographstein u. s. w. ein System paralleler Linien zugraviren, wie solches zur Herstellung von Zeichnungen erforderlich ist. Die Maschine hat eine Einrichtung, durch welche die Linien wellenförmig gestaltet werden, wie solches die Randform einer façonnirten Schreibpapiers. Schlittenverschiebung eine gleichförmige Vorfährt und einem auf ihr ruhenden Stichel eine wellende Bewegung in verticaler Ebene mittels geeigneter Zwischenmechanismen [illegible] Reißers in horizontaler Ebene um- [illegible] von derart erzeugten Wellenlinien [illegible] papieren ein beliebtes Schutzmittel [illegible]

Bei der in Fig. 2 dargestellten [illegible] besprochene Anordnung durch Hinzufügung [illegible] schnabels (Pantographen) und [illegible] apparats vervollständigt; der antographischen Verkleinerung gegebener, [illegible] zu übertragender Zeichnungen, [illegible] bildung von Reliefdarstellungen [illegible] solcher Art, daß die Schnittfiguren [illegible] mit der Oberfläche des Reliefs [illegible] Ebene der Druckplatte um ihre [illegible] werden; es entsteht so eine [illegible] phische Darstellung des Reliefs [illegible] einer Drehscheibe oder eines Ovals [illegible] der Druckplatte) mit dem Werkzeug [illegible] höchst mannichfache Linienverschlingung [illegible] Wirkung (Guillochen) hervorbringt [illegible] ahmlichkeit aus freier Hand sie [illegible] Banknoten besonders geeignet [illegible]

Die in Fig. 7 dargestellte Steindruckpresse bildet ein nicht wohl zu entbehrendes Requisit größerer lithographischer Anstalten. Zur Reinigung werden gebrauchte Steine [illegible] mit Sand und Wasser so weit [illegible] Spur der vorhandenen Zeichnung [illegible] der Stein zur Aufnahme einer [illegible] Aetzung u. s. w. tauglich wird. Diese [illegible] mittel wird mittels einer gut [illegible] Bewegung in krummliniger Bahn [illegible] getriebes von einer Antriebwelle [illegible] Stein herumgetrieben, wobei die [illegible]

n durch die Veranstaltung gesichert ist, daß die eisplatte um ihren Verbindungszapfen mit der sie enden Lenkstange frei drehbar ist.

ie in der Stein- und Kupferdruckerei angewende- Handpressen unterscheiden sich von den typogra- hen Handpressen wesentlich durch den Umstand, das Aufpressen des Papiers niemals auf der gan- Ausdehnung desselben gleichzeitig, sondern immer innerhalb eines schmalen Streifens erfolgt, daher Verschiebung der Druckplatte unter dem Druck ihenden Organe nothwendig ist. Bei der Kupfer- ckpresse (Fig. 1) dienen hierzu zwei gußeiserne, u kreiscylindrisch abgedrehte Walzen, zwischen denen gehöriger Zusammenstellung die Kupferplatte, auf er die der Zeichnung entsprechenden Vertiefungen mit e erfüllt sind, mit dem darübergelegten ange- teten Papier langsam hindurchgeführt wird; das- Mittel ist bei der für Zinkplatten bestimmten ographischen Presse (Fig. 8) in Anwendung. der Steindruckhandpresse (Fig. 6) wird der Druck ls eines sogenannten Reibers hervorgebracht, eines die ganze Breite der Maschine reichenden stumpf- gen Holzstücks, welches mittels Drehung einer façon- n Scheibe gegen den Stein kraftvoll niedergedrückt ; letzterer liegt auf einem mittels Zahnstange und iebe verschiebbaren Karren; seine obere Fläche ent- die Zeichnung nicht eigentlich gravirt, sondern durch vorherrschend chemisches Verfahren in solcher Weise orgebracht, daß nur die Linien desselben die mit- Walze oder Tampon aufzutragende Druckfarbe ehmen, alle andern Stellen aber sich abstoßend en dieselbe verhalten; der gehörig vorbereitete Stein fängt das angefeuchtete Papierblatt, über welches ein aus Rahmen und Lederstück bestehender Deckel ergeklappt wird, worauf das Ganze unter dem er durchgezogen wird.

n neuerer Zeit sind für den Steindruck die Hand- en durch Schnellpressen ersetzt worden, deren An- ung große Aehnlichkeit mit denjenigen Buntdruck- llpressen haben, welche eine gerade Druckform ußsetzen. Fig. 5 gibt das Bild einer solchen Presse; Stein liegt auf einem mittels Schubkurbel von einer ufenden Welle hin- und herzuschiebenden Karren und durch Farbwalzen eingeschwärzt; das Papier wird ls eines darübergelagerten, mit Greifern ausge- ten Cylinders zugeführt und entweder durch einen rgehenden Reiber oder durch diesen Cylinder selbst n den Stein gedrückt; der Handarbeit verbleibt r nur noch das Anlegen und Abnehmen der ter.

n manchen Fällen sind die lithographischen Bilder räglich noch mit einer Prägung zu versehen, durch e einzelne Theile des Papiers sich aus der Ebene lben zur Erhöhung des Effects emporheben; u benutzt man besondere Pressen (Schrauben- oder ehebelpressen), welche das Papier zwischen einer eft gravirten Messingplatte und einer entsprechend leten, die Gegenform darbietenden Platte von em Material (Blei, Leder, Pappe) einem starken k auszusetzen gestatten; eine kleinere Prägpresse r Art mit Schraube und Schwungkugeln ist in 15 zur Anschauung gebracht.

schinen der Taback- und Cigarrenindustrie.

(Tafel 16.)

on den zur Verwandlung der Tabackblätter in chtaback und in Cigarren benutzten mechanischen smitteln enthält die vorliegende Tafel zwei Tabak- idemaschinen (Fig. 13 und 16), sowie die sämmt- lichen in der Cigarrenfabrikation benutzten Werkzeuge und Maschinen.

Die in Fig. 16 dargestellte kleinere Tabackschneide- maschine ist für Handbetrieb berechnet; der in schmale Streifen zu zerschneidende Taback (in Form eines Blätterbündels oder eines zusammengedrehten Stranges, einer Rolle) liegt auf einem Tisch und wird mittels der federnden Platte F gegen denselben angedrückt; zwei aufgeschraubte Winkelplatten wie G bewirken die seitliche Führung; das Messer sitzt an einem Schieber, der in einer Prismenführung des Gestelles I beweglich ist, durch zwei Schraubenfedern aufwärts, durch Drehung eines in einen Handhebel auslaufenden Excenters H niederwärts bewegt wird; bei der Niederbewegung erfolgt nicht allein das Zerschneiden des Tabacks, sondern auch vorher die erforderliche Zuschiebung desselben; hierzu dient die an der untern Kante gezahnte, mit Langlöchern auf zwei Stiften des Gestells aufgehängte Platte A, gegen deren am obern Rande angeschraubte Schiene B die am Messer sitzende Knagge C verschiebend und drehend zugleich wirkt, dergestalt, daß diese Platte A in den Taback einsticht und denselben unter das Messer schiebt, indem sie in die im Verticalschnitt punktirt angegebene Position übergeht; beim Rückgang des Messers wird dieser Zubringer durch Federn wieder in die alte Lage geschoben, wobei die Stellung der Schraube D zur Regulirung der Endposition und damit der Zuschiebungsgröße des Tabacks dient. Fig. 13 zeigt eine große für Dampfbetrieb eingerichtete Tabackschneidemaschine; die Bewegung des Messers an der Mündung eines den Taback enthaltenden Kastens wird mittels Kurbelgetriebe, Balancier und Schubstange von einer horizontal gelagerten Antriebwelle abgeleitet; die ruckweise Zuschiebung der in größerer Zahl übereinandergelegten Tabackblätter erfolgt mittels einer über dem Boden des erwähnten Kastens gelagerten Riffelwalze, welche von derselben Antriebwelle aus durch Kurbelgetriebe, Schaltwerk und Stirnräderpaar vor jedem Niedergang des Schneidemessers eine kleine Drehung empfängt; da man sich den Taback in so hoher Schicht eingepackt denken muß, daß er zwischen Walze und Kastenboden mit einiger Spannung eingeklemmt ist, so setzt sich diese Walzendrehung in eine Verschiebung des Tabacks um; die Größe derselben kann dadurch verändert (regulirt) werden, daß man den zum Betrieb des Schaltwerks bestimmten Kurbelzapfen in der diametralen Nut der auf der Antriebwelle sitzenden Kurbelscheibe an eine andere Stelle bringt.

Von größerer Mannichfaltigkeit sind die in den übrigen Figuren dargestellten Werkzeuge und Maschinen der Cigarrenfabrikation. Jede Cigarre durchläuft die folgenden vier Operationen: Bildung der Einlage, Umwickelung des Umblattes, Formgebung durch Pressen, endlich Auflegen des Deckblattes (Wickeln) und Vollendung. Zur Bildung der Einlage bedient man sich gegenwärtig fast allenthalben einer maschinellen Einrichtung, welche mit den schon beschriebenen Tabackschneidemaschinen einige Aehnlichkeit hat, nämlich einer sogenannten Einlagetheilmaschine; eine der verbreitetsten (von Reiniger in Stuttgart) zeigt Fig. 14. Der vorbereitete lufttrockene Taback wird in Partien, welche das Material für 80 bis 150 Stück Cigarren enthalten, abgewogen und in eisernen Rahmen von 600 Millimeter Länge, deren Breite mit der Länge der zu erzeugenden Cigarre übereinstimmt, in gleichförmig dicker Schicht ausgebreitet; mittels dieser Rahmen wird der Taback bei a in den Zuführungskanal der Maschine eingeschüttet und nunmehr mittels zweier endlosen Leder- oder Guttapercharemen dem Schneideapparat zugeführt,

welcher die den einzelnen Cigarren entsprechenden Quantitäten abschneidet; die abzutrennende Partie wird schon vor Ausführung des Schnitts von einem eigenthümlichen Zangenapparat gefaßt und durch denselben nach beendetem Schnitt in ein kleines sargförmiges Blechkästchen abgelegt; die gefüllten Kästchen werden durch schrittweise Schiebung des sie tragenden Tisches vom Schneideapparat entfernt, später von einem Arbeiter abgenommen und den Wickelmaschinen übergeben. Der Weg, um welchen der Tabak nach jedem Schnitt vorgeschoben wird, kann nach Belieben verändert, sonach bei jedem Schnitt eine größere oder kleinere Menge abgetrennt werden, wie es die Größe der Cigarre erfordert. Die Maschine macht in der Minute 45 Schnitte, kann also stündlich 2700 Stück Einlagen liefern.

Um die so abgemessenen Tabackportionen vorläufig zusammenzuhalten und zu cigarrenähnlich gestalteten „Wickeln" zusammenzuschließen, wird ein streifenförmig zugeschnittenes Tabackblatt (Umblatt) herumgewickelt, wozu man eine der in Fig. 12 und 15 dargestellten Wickelmaschinen verwendet. Die Wirkungsweise derselben beruht auf der Anwendung eines an beiden Enden befestigten Tuchs (Wickeltuch), auf welches das Umblatt aufgelegt wird; vor letzterm wird in eine schleifenförmige Ausbeutelung dieses Tuchs die Einlage eingeschüttet und sodann mittels bogenförmiger (Fig. 12) oder geradliniger (Fig. 15) Verschiebung zweier kleiner Rollen so über dem Tuch bingerollt, daß sie sich gänzlich in das Umblatt einhüllt und sonach eine kreiscylindrische Gestalt annimmt.

Neuerdings hat man die beschriebenen zwei Maschinen mit Vortheil zu einer einzigen verschmolzen (Wickelerzeugungsmaschine), welche sonach in einem Zuführungskanal den für die Einlagen bestimmten Tabak empfängt und die mit Umblatt versehenen Wickel abliefert, sämmtliche erforderlichen Bewegungen selbstthätig vollführend (Dillmann, Friedrich, Donath und Jasper u. s. w.).

Damit nun die Wickel eine schönere, nach den Enden hin verjüngte Gestalt annehmen, werden sie in zweitheilige hölzerne Formen (Fig. 3—5) eingelegt, deren man eine größere Anzahl übereinanderschichtet, um sie in einer Schraubenpresse (Fig. 6 und 7) fest zusammenzudrücken und in diesem Zustand einer etwas erhöhten Temperatur auszusetzen; die Formen werden nach einigen Tagen unter Gebrauch besonderer Zangen (Fig. 5) wieder geöffnet, worauf die façonnirten Wickel herausgenommen und nun mit dem Deckblatt versehen und gänzlich vollendet werden.

Man schneidet mittels eines Schneidrädchens (Fig. 1) oder eines Messers (Fig. 8) aus besonders fehlerfreien (unverletzten) Tabackblättern Streifen von 50 bis 60 Millimeter Breite und wickelt diese auf dem Rollbret (Fig. 9) in Schraubengangform um die Cigarre, indem man das Mundstück mit etwas braungefärbtem Kleister festigt und sorgfältig ausbildet, das entgegengesetzte Ende aber unter Benutzung eines am Rollbret angebrachten Maßstabes (Fig. 9) und des Messers (Fig. 8), oder unter Anwendung einer eigenen kleinen Abschneidemaschine, deren Einrichtung aus Fig. 10 ohne weitere Erklärung zu verstehen ist, abschneidet. In Fig. 2 ist eine mit Auflegung des Deckblattes beschäftigte Arbeiterin abgebildet.

Die fertigen Cigarren werden endlich in dem Bündelstock (Fig. 11), zu 25 oder 50 Stück abgezählt und mit Bast oder Seidenband in der allbekannten Art umwickelt, endlich in Kistchen zu 100, 500 oder 1000 Stück verpackt.

Uhren (Räderuhren).

(Tafel 17.)

Auf vorliegender Tafel soll die innere Einrichtung der zu genauer Messung der Zeit allein dienlichen Räderuhren veranschaulicht werden, deren Anfertigung unter den maschinellen Hülfsmitteln der mechanischen Technik durch den Umstand gerechtfertigt ist, daß die Räderuhr als eine mit eigenem Motor (Gewicht- oder Federmotor) ausgerüstete Maschine zur Hervorbringung einer gleichförmigen Bewegung (also einer Drehung, der Zeiger auf einem Zifferblatt) angesehen werden kann. Jede Räderuhr setzt sich aus den folgenden wesentlichen Theilen zusammen: 1) ein Triebwerk, welchem die Entwickelung eines gewissen Arbeitsquantums übertragen ist; 2) ein Räderwerk, mittels welches sich jenes Arbeitsquantum regelmäßig übertragen, sodaß es durch das Triebwerk in dauernder Umdrehung erhalten wird; 3) eine Vorrichtung zur Regulirung dieser Umdrehung, dergestalt, daß dieselbe der Zeit proportional verläuft, und endlich 4) eine Vorrichtung, welche gestattet, in jedem Augenblicke leicht und sicher den Stand des Räderwerks und daraus den Stand der Zeit zu beobachten.

1) Das Triebwerk. Je nachdem man die Schwerkraft oder die Kraft elastischer Federn zur Entwickelung des erforderlichen Arbeitsquantums benutzt, unterscheidet man als die zwei Hauptarten von Uhren: Gewichtuhren und Federuhren. Bei jenen wirkt die Anziehungskraft der Erde auf ein an einem Seile oder einer Kette aufgehängtes Gewicht und dreht, indem sie dasselbe herabzieht, eine Welle um, auf welcher das Seil aufgewickelt ist; bei letzterm wirkt eine aufgewundene elastische Feder durch ihr Bestreben, ihre ursprüngliche Gestalt anzunehmen, auf eine Trommel und versetzt dieselbe in Drehung. Uhren der erstern Art können nur in feststehender ruhiger Lage benutzt werden; Uhren der letztern Art vertragen, wenn gleichzeitig auch die Regulirung mittels einer elastischen Feder ausgeführt wird, beliebige Ortsveränderung. Beide Arten von Uhren können natürlich nur so lange in Thätigkeit verbleiben, als die im Triebwerk thätige Kraft nicht erschöpft ist. Bei Gewichtsuhren ist hierzu ein zeitweiliges Aufwinden des Gewichts, bei Federuhren ein Aufwinden der Feder nöthig: das Aufziehen der Uhr.

Fig. 1 zeigt die einfache Anordnung des Triebwerks einer Gewichtsuhr; A ist die Trommel, auf deren Umfang das Seil P befestigt ist; dieselbe sitzt auf einer vierkantigen eisernen Welle, auf deren nach vorn hervorragendes Ende der Schlüssel zum Aufziehen aufgesteckt wird; die Verbindung der Seiltrommel mit dem ersten Rad B des Räderwerks geschieht durch Sperrrad B und den Sperrkegel k; ersteres mit der Trommel, letzterer mit dem Rad verbunden, woraus die Möglichkeit erhellt, die Trommel allein nach rechts zu drehen, ohne das Räderwerk zu bewegen.

In Fig. 3 ist das Triebwerk einer Federuhr in zwei verschiedenen Stellungen dargestellt; dasselbe besteht aus einem dünnen, zu einer Spirale zusammengewundenen Stahlstreifen, welcher am einen Ende an einem Stift a der Achse sitzt, am andern durch den Stift b mit dem Federhaus verbunden ist; letzteres ist eine kreiscylindrische, lose auf die Achse aufgesetzte Büchse, etwas höher als der Breite der Feder entsprechend, so weit, daß die Feder im vollständig ausgedehnten Zustande nicht hineingeht, jedoch auch nicht so weit zusammengewunden zu werden braucht, um hineingebracht zu werden; der obere Schnitt zeigt die Feder im ausgedehnten, der untere im aufgewundenen

nan die Achse fest und dreht das Feder-
ichtung des obern Pfeils um, so windet
um die Achse und nimmt schließlich die
tern Figur an; in dieser Lage übt sie
is in der Richtung des untern Pfeils;
Achse und läßt das Federhaus frei, so
Feder wieder aus und treibt das Feder-
kan hat zwei Mittel, die so erzeugte
das Räderwerk der Uhr zu übertragen;
t man auf den cylindrischen Mantel des
ette auf, deren anderes Ende mit einer
verbunden ist, oder man gibt der Peri-
erhauses Zähne und läßt dieselben direct
Zahnrad eingreifen. Fig. 4 stellt die
g perspectivisch, Fig. 5 im Aufriß dar;
eichnet f das Federhaus mit der darum-
gliederigen Kette, a a' die Achse desselben,
n zwei parallele Platten A und B ein-
Diese Platten stützen noch eine andere
welcher die sogenannte Schnecke feststitzt.
aus einem abgestumpften, mit einem
versehenen Kegel, an dessen größtem
is Ende der Kette befestigt ist; bei b'
der Schnecke in Form eines kurzen vier-
, auf welchen der Schlüssel paßt, über
rvor; dreht man den Schlüssel um, so
Kette von dem Federhaus ab und auf
Schnecke; die Feder wird also aufge-
gespannt. Denkt man sich die Feder
, so ist von der Kette nichts oder nur
der obersten Windung auf dem Feder-
die spiraligen Gänge der Schnecke mit
ben sind; die Feder wirkt also in die-
zogenen Zustande zuerst auf die oberste
welche, wie man sieht, den kleinsten
t; läuft die Feder ab, so wirkt sie durch
blich auf immer größere Halbmesser der
se besondere Einrichtung ist darin be-
die Feder im Anfang ihrer Wirkung,
ufgezogenem Zustande, die stärkste Zug-
man wünscht aber eine möglichst un-
aft während der ganzen Aufwickelung
halb läßt man die Feder in dem Zu-
irksten Anspannung auf den kleinsten
der den kleinsten Kegelhalbmesser wir-
ße, wie die Kraft der Feder abnimmt,
bene Kegelhalbmesser, womit die Un-
es Kraftmomentes begreiflich erscheint.
das Federhaus mit A, die Kette mit
it C und das mit dieser verbundene,
g der erzeugten Rotation bestimmte
bezeichnet.

ie obere Fläche eines Federhauses, bei
it Vermeidung der Kette die Kraft
durch ein Zahnrad überträgt; zugleich
nannte Gesperre dargestellt; dasselbe
auf der Achse des Federhauses sitzen-
in dessen Zähne ein Sperrkegel ein-
ist durch seine Achse mit dem Deckel
verbunden und wird durch die Bogen-
itze gegen die Zähne des Rades r ange-
n daher das letztere und somit auch
ederhauses nur in der Richtung des
en; der Sperrkegel gleitet dabei von
s Sperrrades auf den andern, und
der Drehung aufhört, so legt er sich
Einschnitt und verhindert die Rück-
es. Beim Aufziehen der Uhr dreht
türlich infolge des Drucks der Feder
eser Bewegung folgt das Federhaus,
welches somit durch seine Zähne die Kraft auf die übri-
gen Räder überträgt.

Außer dem Gesperre, welches das Zurückdrehen der Feder bewirkt, hat jede Uhr noch eine andere Vorrichtung, durch welche man verhindert, daß die Feder übermäßig aufgezogen wird; man nennt dieselbe die Stellung (Fig. 7). Auf dem Deckel des Federhauses ist nämlich noch ein kleineres Rad u angebracht, welches etwa zur Hälfte seines Umfangs verzahnt ist. Die Achse, an der man aufzieht, trägt außerdem ein Rad mit einem einzigen Zahn s, der sich mit dreht; dieser Stift dreht bei jedem Umgang das Rad u um einen Zahn; kommt so nach einigen Umdrehungen der unverzahnte Theil des Rades u dem Zahn s gegenüber, so stemmt sich letzterer gegen diesen unverzahnten Rand und eine weitere Umdrehung ist unmöglich. Beim Ablaufen der Uhr macht der Stift s und infolge dessen auch das Rad u den entgegengesetzten Weg und muß nach einer gewissen Zahl von Umdrehungen dann auch von selbst wieder stehen bleiben.

2) Das Räderwerk. Als Beispiel der Anordnung des Räderwerks und der Verbindung desselben mit dem Triebwerk und der unter 3) zu betrachtenden Hemmung enthält unsere Tafel in Fig. 1 den verticalen Durchschnitt einer Gewichtsuhr in ihrer einfachsten Einrichtung. Die Verbindung der Seiltrommel A mit dem Bodenrad B wurde bereits oben beschrieben; letzteres hat 100 Zähne und greift in das Getriebe C des Rades D, welches 80 Zähne hat und das Minutenrad heißt; das dritte durch sein Getriebe E mit dem Minutenrad in Verbindung stehende Rad F (das Mittelrad) hat 60 Zähne; in dieses endlich greift das Getriebe G des mit 30 Zähnen versehenen Rades H ein, welches Hemmrad oder Steigrad genannt wird; die Zähnezahlen der Getriebe C, E und G sind 8, 8 und 10. Das Minutenrad D muß sich in der Stunde einmal umdrehen, daher das Steigrad H $\frac{80}{8} \times \frac{60}{10} =$ 60 mal; daß solches nun wirklich geschieht, dafür hat die Regulirungsvorrichtung zu sorgen, von der man in der Figur bei K einen Theil erblickt; dieser Theil hat nämlich die Aufgabe, die schrägstehenden Zähne des Steigrads nur einzeln vorwärts schreiten zu lassen; er ist zu diesem Zwecke mit dem Regulator (im vorliegenden Falle einem Pendel) verbunden; bei jedem vollen Spiel des Pendels schlüpft ein Zahn von H unter den Spitzen von K hindurch; es sind demnach 30 Spiele (60 einfache Schwingungen) nöthig, damit das Rad H sich einmal umdrehe; soll diese Umdrehung nun genau in einer Minute erfolgen, so muß das Pendel Secunden schlagen.

3) Regulirungsvorrichtungen oder Hemmungen. Dieselben haben den Zweck, die durch die Triebkraft veranlaßte Bewegung des Räderwerks in Uebereinstimmung mit der herkömmlichen Eintheilung des Tags in Stunden, Minuten und Secunden zu setzen. Wie die Triebkraft stets am ersten Rade wirkt, so greift die Regulirungsvorrichtung in das letzte oder Steigrad ein. Zu dieser Regulirung gehört ebenfalls eine Kraft, welche aber ihrer Intensität nach der Triebkraft nachstehen kann, da sie direct nur die Bewegung des letzten, sich mit der geringsten Kraft drehenden Rades H zu hemmen braucht. Auch hierzu dient wieder entweder die Schwere oder die Elasticität einer Feder. Die Schwere findet Anwendung durch das Pendel, die Federkraft durch die Unruhe. Da die Schwingungsdauer eines Pendels (bei geringer Schwingungsweite) allein von der Pendellänge abhängt, und da für die vorliegende Verwendung eine

unveränderliche Schwingungsdauer vor allen Dingen nothwendig ist, so müssen bei einer Uhr, deren Gang sich nicht ändern soll, Vorkehrungen getroffen sein, welche eine Verlängerung oder Verkürzung des Pendels unmöglich machen; solche Aenderungen treten bei jedem Pendel ein, wenn die Temperatur der umgebenden Luft sich ändert; in der Wärme dehnt sich das Pendel aus (die Uhr geht langsamer), in der Kälte verkürzt es sich (die Uhr geht schneller); damit diese Aenderungen bei wechselnder Temperatur nicht eintreten, muß das Pendel als Compensationspendel (Fig. 2) ausgeführt sein. Die Construction desselben beruht auf der verschieden starken Ausdehnung verschiedener Metalle bei gleicher Temperaturänderung; es besteht nämlich aus fünf Eisenstäben und vier Messingstäben; jene sind in der Figur dunkler dargestellt als diese. Zwei von den Eisenstäben sind oben und unten an einem Querstück befestigt; an dem untern Querstück sitzen die zwei äußersten Messingstäbe, welche oben ein zweites Querstück tragen; daran befinden sich abermals zwei Eisenstäbe, welche unten verbunden sind und gleichzeitig ein paar Messingstäbe tragen; diese endlich sind oben wiederum mit einem dritten noch schmälern Querstück verbunden, welches schließlich eine Eisenstange trägt, an der die Linse des Pendels hängt; wenn dieses Pendel nun eine Temperaturerhöhung erfährt, so dehnen sich alle Messingstäbe aus. Durch die Ausdehnung der beiden äußersten Eisenstäbe wird der erste Querstab gesenkt und zieht die beiden äußersten Messingstäbe ebenfalls mit herab; durch die Ausdehnung dieser aber wird der zweite Querstab oben wieder gehoben, und da das Messing sich stärker ausdehnt als das Eisen, so wird er mehr gehoben als er vorher gesenkt war. Die Ausdehnung der zweitinnern Eisenstäbe bewirkt eine Senkung des zweituntersten Querstabes und damit auch der daran befestigten Messingstäbe; diese aber veranlassen durch ihre Ausdehnung eine Hebung des drittobersten Querstücks, und diese Hebung ist wiederum größer als die vorangegangene Senkung; endlich findet noch eine schließliche Senkung des mittelsten Eisenstabes und damit der Linse statt. Man sieht hiernach, daß die Ausdehnung der Eisenstäbe eine Senkung, die der Messingstäbe eine Hebung der Linse bewirkt. Wenn nun die Hebung gerade so groß ist, daß dadurch die Senkung aufgehoben wird, so muß offenbar trotz der Temperaturänderung die Linse an ihrer Stelle bleiben; durch genaue Versuche hat man die Länge der Stäbe derart zu bestimmen vermocht, daß dieses Ziel in der That erreicht wird. Bringt man ein solches Compensationspendel so an einer Uhr an, daß der gabelförmige Haken K (Fig. 1) unveränderlich mit ihm verbunden ist und gleichzeitig mit ihm schwingt, so ist nunmehr das Durchschlüpfen der Zähne des Steigrades H an genau abgemessene unveränderliche Zeiträume gebunden und danach wird sich dann auch der Gang der Uhr richten.

Benutzt man, wie dies bei tragbaren Uhren der Fall sein muß, statt des Pendels eine Stahlfeder (Unruhe), so gibt man derselben eine Form wie Fig. 11. In einer leicht drehbaren Welle o ist das eine innere Ende einer spiralig gewundenen sehr dünnen Stahlfeder befestigt, deren äußeres freies Ende bei f festgeklemmt ist. Auf der Welle o sitzt, mittels dreier Arme befestigt, das kleine Schwungrad s, welches an den Drehungen dieser Welle theilnimmt; denkt man sich dieselbe nun durch irgendeine Kraft so angestoßen, daß die Spiralfeder (Unruhe) entweder etwas auf- oder zugewunden, mit einem Wort aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht wird, so übt nach dem Aufhören jener Einwirkung die Elasticität der Feder einen Druck auf die Achse aus, welcher sie nach der entgegengesetzten Richtung trei... position angekommen, hört die Feder ... das Schwungrad aber setzt infolge ... einmal eingeleitete Bewegung über ... aus in derselben Richtung noch ... die Unruhe, welche dadurch wieder ... gewichtslage gebracht ist, gestattet ... ruhe wächst allmählich mit der ... um welchen sie auf- oder zugedreht ... wird daher bald eine Lage dieser ... bei welcher die im Schwungrade ... dige Kraft durch den Elasticitätszustand ... aufgezehrt ist; dann wirkt wieder ... bend, das Schwungrad kehrt in seine ... und geht sodann über dieselbe hinaus ... gegengesetzten Seite, bis abermals Ruhe ... Diese schwingende Bewegung, welche ... logie mit der Pendelbewegung hat, würde ... dauern, wenn nicht der Widerstand der ... Reibung, welche die Achse o in ihren ... leidet, die ganze Vorrichtung zum ... stand bringen würde. Die Kraft, welche ... feder einer Auf- oder Zuwickelung ... bei ungeänderter Breite und ... Länge ab; verkürzt man die Feder ... stärkern, verlängert man sie, einen ... stand aus; im erstern Falle wird sie ... schneller, im zweiten langsamer ... übrigen in Frage kommenden Einflüssen ... ben. Man hat also bei der Unruhe ... ein Mittel, die Schwingungsdauer ... größern oder zu verkleinern, durch ... längerung oder Verkürzung der Feder. ... 11 ist eine hierzu geeignete, allerdings ... gestellt. Ein theilweise verzahntes ... im Eingriff mit dem auf der ... zahnten Ringstück a, welches mit ... sehen ist; letzterer reicht bis unter ... der Spiralfeder fe und ist mit ... teten Stiftchen versehen, welche ... der Spiralfeder zwischen sich ... Rad r, so verschiebt man dadurch ... folglich auch den Ansatz c; ... der Feder, welche bei dem Spiel ... tracht kommt, nur von c bis o ... man sagen: die wirksame Länge ... kürzt (also der Gang der Unruhe ... man den mit r verbundenen Zeiger ... umgekehrt wird die wirksame ... (also das Spiel dieses Apparates ... man denselben Zeiger in der ... die beiden Buchstaben A (Anker) ... finden sich auf einer über r ... gravirt. Bei neuern Uhren ... apparat gewöhnlich die in Fig. ... richtung; r ist das Schwungrad, ... welche mit ihrem Ende c bei ... innere Ende der Spirale ist ... Schwungradwelle verbunden; ... untern Ende drehbar gelagert; ... findet sich in der Winkelplatte k ... sich zwischen zwei Schräubchen ... welche zwei Fortsätze, einen ... und einen kürzern breitern g ... sich über einer Kreistheilung A B ... sich nach unten gerichtet zwei Stiftchen ... chen wieder die äußerste Windung ... klemmt ist; dreht man daher ... so wird die Spirale verkürzt, ...

t man dagegen f nach R, so wird die Spirale ingert, die Uhr geht nach.

on der Verbindung Feder und Schwungrad gibt 8 unserer Tafel noch eine perspectivische Dar- ung.

amit eine einmal regulirte Uhr unverändert den- n Gang behalte, müssen noch weitere Vorkehrungen offen werden, welche die von Temperaturschwan- en veranlaßten Dimensionsveränderungen der Feder des Schwungrades unschädlich machen. Das letz- stellt man hierzu nicht aus einem Stück, sondern zwei getrennten halbkreisförmigen Bügeln a b und (Fig. 9) her; jeder dieser Bügel ist nur einseitig c und c′ an den Enden eines mit der Unruhwelle undenen Armes c c′ befestigt; diese Bügel sind r je aus einem Stahl- und einem Messingstreifen rt zusammengelöthet, daß jener die innere, dieser ußere Peripherie bildet; da nun der Ausdehnungs- icient des Stahls kleiner ist als derjenige des fings, so verlängert sich bei eintretender Temperatur- hung der Messingstreifen mehr als der Stahlstreifen, eine Krümmung des ganzen Streifens nach ein- ts veranlaßt. Es sind nun verschiedene Schräubchen schweren Köpfen in diese Streifen eingeschraubt (i i), urch die Hauptmasse des Rades mehr in den äußern fang verlegt wird. Dadurch wird eine geringe wärtsbiegung der Streifen von stärkerm Einfluß und kommt eine kräftige Compensation zu Stande. Umge- t müssen, wenn durch Temperaturerniedrigung das wungrad sich zusammenzieht, die Metallstreifen sich twärts krümmen, wodurch die Schraubenköpfe i i hr von der Mitte entfernt werden, also das Träg- tsmoment des Rades, welches sich durch jene Zu- mmenziehung verringerte, wieder erhöht wird. Je hdem man nun diesen Schräubchen verschiedene llungen auf dem Umfange des Rades gibt, kann n die Ausgleichung genau reguliren. Derartige mpensationsunruhen wendet man in neuerer Zeit n bei gewöhnlichen gut gearbeiteten Taschenuhren an.

Pendel und Unruhe bilden nur einen Theil der- gen Vorrichtung, welche am Ende des Räderwerks ebracht sein muß, um das regelmäßige Ablaufen elben zu bewirken. Zwischen ihnen und dem Steig- e muß noch eine vermittelnde Einrichtung ange- cht sein, welche direct in letzteres eingreift und die drehung desselben regelt. Einrichtungen dieser Art den im speciellen Hemmungen genannt. Sie men darin überein, daß sie durch das Pendel oder ch die Unruhe in schwingende Bewegung versetzt den und gegen die Umdrehung des Steigrades rmittirend ankämpfen, indem sie nur Zahn für m desselben durchschlüpfen lassen. Es findet also issermaßen ein fortwährender Angriff der Hemmung das Steigrad und umgekehrt des Steigrades auf Hemmung statt; letzteres ist nothwendig, damit durch Reibung und Luftwiderstand verloren gehende eitsquantum dem Regulator (Pendel, Unruhe) ner wieder ersetzt wird. Die Fig. 12—16 stellen am häufigsten vorkommenden Hemmungen dar.

ig. 13 zeigt die sogenannte Spindelhemmung. Zähne des Steigrades A B stehen normal zur ne desselben und haben die Form gewöhnlicher genzähne; auf der Welle w sitzt das Getriebe t, ches mit dem Räderwerk im Eingriff steht; dasselbe fängt also einen steten Antrieb, und zwar in der htung des Pfeils. Normal zur Welle w liegt eine ite Welle a b, welche mit der Spirale s in Verbin- ng steht und durch dieselbe getrieben wird. Diese lle hat zwei unter 90 Grad gegeneinander gestellte gel l und l′; die in der Figur angegebene Stellung ist die Ruhelage. Der Zahn α stößt infolge des An- triebs von A B auf den Flügel l, sucht ihn zu heben und dadurch die Welle a b umzudrehen. Wenn es ihm gelingt, den Flügel l hoch genug zu heben, so schlüpft er unter demselben hinweg; während dessen aber hat sich der andere Flügel l′ gesenkt, stellt sich dem Zahne β entgegen und hindert diesen in seiner fortschreitenden Bewegung; dadurch wird natürlich das ganze Steigrad gehemmt. Nachdem der Zahn α aber unterhalb des Flügels l′ hinweggegangen ist, ist letz- terer wieder frei und kann der von der Unruhe aus- gehenden rückwirkenden Bewegung folgen, wodurch sich die ganze Welle in der entgegengesetzten Richtung dreht; dadurch wird auch der Flügel l′ wieder ge- hoben und läßt den Zahn β hindurch; mittlerweile kommt aber der Zahn δ dem Flügel l entgegen und wird von diesem gehemmt; er kann nicht eher vorbei, bevor nicht die Unruhe eine rückläufige Bewegung macht; dies geschieht, sobald die Ruhelage, die sie nach jeder Schwingung erreicht, vorüber ist. Der Zahn δ wird infolge der abermals aufsteigenden Bewegung von l′ frei und schlüpft hindurch; es wird aber jetzt der Zahn ε gehemmt; so geht also während jeder ganzen Schwingung der Unruhe ein Zahn auf jeder Seite durch; das Steigrad dreht sich also um den der Theilung desselben entsprechenden Betrag. Die Zähne ertheilen den Flügeln bei jeder Schwingung der Un- ruhe einen Stoß, beschleunigen also diese Schwingung, sodaß nach jedem Stoß der betreffende Flügel sich ein wenig höher heben muß als vorher; wenn er also im Anfang der Bewegung sich gerade nur so weit hob, daß der betreffende Zahn eben durch konnte, wird er bei einer folgenden Schwingung der Unruhe sich noch weiter heben, nachdem der Zahn schon durchgeschlüpft ist. Dies aber hat seine Grenze, denn es wird gleich- zeitig der andere Flügel dadurch dem ihm entgegen- kommenden Zahn mit größerer Kraft entgegengeschoben als vorher; bald tritt ein Augenblick ein, in welchem Wirkung und Gegenwirkung sich ausgleichen, d. h. die Beschleunigung der Unruhe durch das Triebwerk und umgekehrt die Zurückwerfung des Triebwerks durch die Unruhe erreicht ein gewisses Maximum, welches von der relativen Stärke der beiden Federn (Triebfeder und Unruhe) bahängt.

In Fig. 12 ist die vollkommenere Graham'sche Ankerhemmung dargestellt. Die Steigradzähne, in der Ebene des Rades liegend, sind spitz, auf der voran- gehenden Seite gerade, aber etwas gegen die Richtung des Steigradhalbmessers geneigt und auf der Rückseite ein wenig ausgebogen; der Anker x dreht sich um D, welche Achse gleichzeitig auch die Drehungsachse des Pendels ist; das Stück m x n hat die Form eines Kreisbogens; 1 und 2 sind die Paletten; die Endflächen derselben sind Hebungsflächen; die andern beiden Flächen m c und o d, sowie b n und a r sind Theile zweier con- centrischen Cylindermantelflächen, deren gemeinschaftliche Achse in D liegt. Es sind demnach alle Punkte der Flächen m c und b n gleichweit von dem Punkte D entfernt; dasselbe gilt auch von den Flächen o d und a r; das Steigrad dreht sich in der Richtung des Pfeils. Das Spiel dieser Hemmung ist folgendes: Wird in der durch die Figur dargestellten Lage das Pendel ein wenig nach links bewegt, so gleitet die Spitze des Zahnes α auf der Hebungsfläche c d nach rechts und ertheilt dem Anker und somit auch dem Pendel eine Beschleunigung. Ist die Schwingungsweite groß genug, so erreicht die Spitze des Zahnes α die Spitze d der Palette 1 und passirt dieselbe; gleichzeitig hat sich die Palette 2 zwischen die Zähne γ und δ eingesenkt und in dem Augenblicke, in welchem α gerade über d hin-

weggeht, legt sich die Spitze von γ an die Fläche ar, und zwar ganz dicht bei a an, wodurch das Steigrad gehemmt wird; das Pendel kehrt nun zurück, die Spitze von γ tritt auf die Hebungsfläche ab der Palette 2 und beschleunigt den Anker; sie gleitet bis b und passirt die Palette. In diesem Augenblicke aber legt sich der Zahn ε mit seiner vordern Kante an die Fläche mc ganz nahe bei c an, wodurch das Steigrad abermals gehemmt wird; es erfolgt ein neuer Ausschlag; der Zahn ε streicht auf der Hebungsfläche cd hin, passirt d und der Zahn η legt sich an die Fläche ar. Wenn der Ausschlagwinkel des Pendels immer gerade nur so groß bleibt wie der Drehungswinkel des Steigrades während der Hebung, so würde die Spitze eines jeden Zahns, welcher sich an die Flächen mc, ar anlegt, immer nur ganz dicht bei c resp. a anschlagen; da aber das Steigrad dem Pendel bei jeder Elongation eine Beschleunigung ertheilt, so nehmen die Schwingungswinkel allmählich zu, d. h. das Pendel und somit der Anker schwingen noch, nachdem z. B. der Zahn α den Punkt d der Hebungsfläche passirt hat, also frei geworden ist. In diesem Augenblicke hat sich aber der Zahn γ bereits an die Fläche ar angelegt, und da nun das Pendel noch weiter nach links schwingt, so gleitet die Palette 2 noch tiefer in der Zwischenraum zwischen γ und δ hinein. Es ist aber bereits erwähnt, daß alle Punkte der Fläche ar gleichweit von der Drehungsachse D entfernt sind; daher kann der Anker, während er in den Zwischenraum γδ hineinrückt, keine Wirkung auf das Steigrad ausüben; es ist gerade so, als ob der Zahn γ einfach nur mit der Palette 2 in Berührung bliebe. Die Wechselwirkung zwischen Steigrad und Pendel besteht also bei dieser Hemmung nur darin, daß letzteres im Anfang einer jeden Schwingung die nöthige Beschleunigung erhält, ohne durch eine Gegenwirkung des Steigrades in seinem Ausschwingen gehindert zu sein.

Fig. 14 ist die perspectivische Darstellung der gleichfalls von Graham erfundenen Cylinderhemmung. Das Steigrad A hat eine bogenförmig ausgeschnittene Peripherie und trägt senkrecht zu seiner Ebene an den Spitzen der Bogen kleine Stäbchen, welche an ihren Endpunkten mit eigenthümlich geformten keilförmigen Zähnen, die sämmtlich in einer der Radebene parallelen Ebene liegen, versehen sind; B ist der sogenannte Cylinder, welcher um die mit der Steigradachse parallele Achse dd leicht drehbar ist. Der obere und untere Theil des Cylinders ist massiv, der mittlere aber hohl und an der einen Seite ziemlich halb aufgeschnitten (ab); die Schnittfläche bei a ist gerade und etwas gegen die Richtung des Halbmessers geneigt; die Schnittfläche bei b dagegen ist gerundet; a und b sind die Hebungsflächen oder Lippen. Infolge seiner Aufstellung gestattet der Cylinder den Eintritt der Steigradzähne in sein Inneres. Auf der Achse des Cylinders ist senkrecht zu derselben die Unruhe aufgesetzt, sodaß also der Cylinder infolge der Unruhschwingungen oscillirt. Wie daher die schrägen Flächen der Zähne α, β, γ u. s. w. abwechselnd an a und b drehend auf den Cylinder wirken (den Arbeitsverlust durch Reibung und Luftwiderstand ersetzend) und die Cylinderwandungen die Steigradzähne zeitweilig aufhalten, ist nach Analogie der vorher beschriebenen Hemmung und bei Betrachtung der Figur leicht zu erschließen.

Von noch größerer Vollkommenheit sind die sogenannten freien Ankerhemmungen, Fig. 15 und 16. Bei diesen vollführt der Regulator, nachdem er durch das Steigrad seine Beschleunigung erhalten hat, den übrigen Theil seiner Schwingung ganz frei, ohne mit dem Steigrade weiter in Berührung zu bleiben, daher auch ohne von den immerhin vorauszusetzenden Störungen in der Intensität der treibenden Kraft beeinflußt zu werden.

Bei der freien Ankerhemmung von Jürgensen (Fig. 15) hat der Anker A einige Aehnlichkeit mit dem bei der Graham'schen ruhenden Hemmung gebräuchlichen. Er dreht sich um die Achse x, seine beiden Paletten bilden wie dort zwei Stücke eines Cylindermantels, dessen Achse mit dem Drehungspunkte x des Ankers zusammenfällt; ab und d sind die Hebungsflächen; an der Palette 1 ist ein bei ikl gegabeltes Stück t angebracht; Palette 2 trägt ein anderes Aequilibrirung von t bestimmtes Stück, welches den Schwerpunkt des Ankers x fallen läßt. Ein auf der Achse der Unruhe sitzendes Rad trägt einen einzelnen Zahn s von solcher Form und Stellung, daß er in den Einschnitt ikl hineinlegt, wenn Anker und Unruhe ihre Mittellage eingenommen haben. Das Steigrad C hat starke, gegen die Richtung des Halbmessers geneigte Zähne, deren vordere Fläche eben, die hintere dagegen etwas ausgebogen ist. Die Zähne sind nicht spitz, sondern breit mit geraden Endflächen. In der Ruhelage legt sich ein Zahn, z. B. r mit seiner Spitze, gerade an das Ende der Hebungsfläche d; indem er an derselben hingleitet, hebt er die Palette 2, während l sich in den Zahneinschnitt γ und l dadurch wirkt aber die Gabel t auf den Zahn s, dem die Seite i des Einschnittes den Zahn wegdrängt; dies geschieht so lange, bis der Zahn s das Ende der Hebungsfläche d erreicht hat; die Unruhe ist hierdurch angespannt und sucht zurückzuliefern, kann dies, sobald die Palette 2 frei geworden. Kurz vorher, eben als der Zahn α die Spitze passirte, hat sich der Zahn γ mit seiner Spitze an die Fläche ar dicht bei a angelegt, wodurch das Steigrad einen Augenblick gehemmt ist. Wenn jetzt die Unruhe wieder zurückschwingt, so greift der Zahn s in den Einschnitt ikl und drückt auf die Fläche i. Dann kommt der Zahn γ auf die Hebungsfläche ab. Das Steigrad drückt die Palette 1 in der Richtung aufwärts, beschleunigt den Anker und ertheilt der Gabel t einen Impuls, damit sie dem Zahn s nach und mit ihrer Fläche l ihn in der Schwingungsrichtung der Unruhe vorwärts treibe. Dies geschieht so lange, bis der Zahn γ den Punkt b erreicht. Jetzt nun ist der Zahn s aus dem Einschnitt ikl herausgetreten, die Unruhe ist also frei geworden, hat sich aber in demselben Augenblicke der Zahn auch schon an die Außenfläche der Palette 2 angelegt, wodurch das Steigrad wieder einen Augenblick gehemmt wird. Es findet nicht eher eine Auslösung dieses Zahns statt, bis nicht die Unruhe wieder zurückschwingt und der Zahn s auf die Fläche l des Einschnittes ikl drückt, wodurch erst der Zahn r wieder auf die Hebungsfläche d gelangt. In dieser Weise geht das Spiel weiter. Infolge der Beschleunigung wird aber die Unruhe einen allmählich größern Ausschlagswinkel erhalten, sodaß derselbe gar bald den Hebungswinkel des Ankers übertrifft. Ein Blick auf die Fig. 15 zeigt, daß die Unruhe in ihrer Schwingung völlig frei ist. Denn sobald der Anker vermittelst seiner Gabel auf den Zahn s so weit treibend gewirkt hat, daß letzterer aus dem Einschnitte ikl herausgetreten ist, so steht die Unruhe mit der Gabel und folglich auch mit dem Anker in keiner weitern Verbindung und vollendet ihre Schwingung, soweit es ihre Elasticität gestattet. Dann kehrt sie frei wieder um und nimmt, wenn der Zahn s wieder an dem Einschnitt ikl ankommen ist, welchen er in derselben Stellung, in der er ihn verlassen, wieder mit der Gabel

auch mit dem Anker, überhaupt mit dem Trieb-
der Uhr in Berührung. Aber dieſe zweite Be-
ung dauert auch wiederum nicht länger als bis
Zahn s aus dem Einſchnitt i k l nach der andern
e ausgetreten iſt, d. h. nicht länger als die He-
des Ankers durch das Steigrad gedauert hat.
Anker macht demnach verhältnißmäßig viel klei-
Schwingungen als die Unruhe γ. Damit die
ße der Schwingungen immer dieſelbe bleibe, ſind
eiden Seiten des Stückes u zwei Anſchlagſtifte v
w angebracht. Man wendet dieſe Hemmung in
rer Zeit mit Vorliebe bei guten Taſchenuhren an,
be dann kurz mit den Namen Ankeruhren bezeich-
werden.

u den freien Hemmungen gehört ferner noch die Fe-
= oder Chronometerhemmung von Earnshaw
. 16). Die Steigradzähne ſtehen hier in größern
ſchenräumen, ſind ſehr ſpitz, an ihrer vordern
be gerade, ſtark gegen die Richtung des Halb-
ſers geneigt und an ihrer hintern Fläche kreis-
ndriſch ausgeſchnitten. Die Hemmung wird hier
einer Feder nn ausgeübt, welche mit dem einen
e ſo befeſtigt iſt, daß ſie in der Ebene des
igrades tangential zu dem Umfang deſſelben ge-
tet iſt und das Beſtreben hat, ſich dem letztern zu
ern. In dieſem Beſtreben wird ſie durch die
raube v gehindert, welche mit ihrer Spindel durch
etwas größeres Loch in der Feder nn hindurch-
t. Befeſtigt iſt dieſe Schraube in einem Stege T.
i c, unmittelbar unter dem Schraubenkopfe v, hat
Feder nn einen Zahn, auf welchem die Spitze
es Steigradzahnes aufliegt, ſolange die Feder in
rer Ruhelage verharrt. Wird aber auf das obere
de der Feder ein Druck nach links ausgeübt, durch
lchen ſie ſich frei gegen den Steg T hinbiegt, ſo
bt der Zahn c den betreffenden Steigradzahn frei.
obald jener Druck nachläßt, kehrt die Feder wieder
ihre Ruhelage zurück. Die hiernach zur Hemmung
d Auslöſung des Steigrades erforderliche Ausübung
es periodiſch wirkenden Drucks erfolgt durch eine
f der Unruhwelle angebrachte Scheibe R S. Eine
eine Scheibe i k l ſitzt concentriſch auf derſelben; ſie
ägt einen Zahn k, welcher mit ſeiner Spitze gerade
s Ende von m m erfaſſen kann; m m iſt ebenfalls
dernd, aber äußerſt dünn und daher wenig Wider-
and bietend. Sie iſt an dem untern Ende von nn
efeſtigt und legt ſich mit ihrem obern freien Ende an
as obere Ende von nn an. Ein Druck auf dieſes
bere Ende von m in der Richtung von rechts nach
nks wird ſomit die Feder nn gegen den Steg T an-
rücken, während ein in der entgegengeſetzten Seite
usgeübter Druck nur die Feder m m faßt, dagegen
uf nn keine Wirkung übt. Das Rad R S hat nun
och einen Ausſchnitt a p, welcher auf der einen Seite
eisförmig (p q), auf der andern Seite eben iſt (a q).
Man ſieht aus der Figur, daß der Zahn α, wenn
ich das Steigrad S frei in der Richtung des Pfeils
reht, einen Stoß auf die Fläche a q ausüben, ſonach
as Rad R S ſelbſt in der Richtung p a herumdrehen muß.
Hiernach iſt das Spiel dieſer Hemmung leicht zu über-
ehen. Die Beſchleunigung der Unruhe findet nicht
wie bei den vorher beſchriebenen Hemmungen bei der
Hin- und Herſchwingung, ſondern allein bei der Hin-
ſchwingung durch Wirkung der Steigradzähne auf die
Stoßfläche a q ſtatt. Die Berührung der Theile
geſchieht, da ſie nur momentan iſt, faſt ohne Reibung.

Fig. 17 zeigt die Einrichtung eines Chronometers
für den Gebrauch der Schiffahrt. Das Werk enthält
zwei Federhäuſer; ſie werden nacheinander aufgezogen,
während das Werk immer fortgeht; die Bodenräder
treiben ein und daſſelbe zwiſchen ihnen liegende Ge-
triebe, welches auf der Welle des großen Minuten-
rades ſitzt; von dieſem überträgt ſich die Bewegung
auf das Secundenrad und endlich auf das Hemmungs-
oder Steigrad. Die Hemmung iſt die zuletzt beſchriebene
freie; als Unruhfeder dient eine Schraubenfeder; das
Schwungrad hat die in Fig. 9 dargeſtellte Compen-
ſationseinrichtung.

Als ein bewundernswerthes Erzeugniß der Uhr-
macherkunſt iſt auf vorliegender Tafel noch die im
ſtraßburger Münſter befindliche große Uhr in einer
äußern Anſicht aufgenommen worden, 1838—40 zum
Erſatz eines ähnlichen ältern Werks von Schwilgué
erbaut. Dieſelbe beſteht aus drei thurmartig ſich er-
hebenden Aufbauen, von denen der mittlere etwa 14
Meter hoch iſt. Der rechts befindliche Aufbau iſt rund
und enthält eine Wendeltreppe, auf welcher man in die
verſchiedenen Stockwerke des mittlern Aufbaues ge-
langen kann. Vor dem Grundbau ſteht in der Mitte
eine große Himmelskugel, welche in 110 Sternbildern
die mit bloßem Auge ſichtbaren Sterne enthält. Dieſe
Kugel dreht ſich gleichmäßig mit dem geſtirnten Him-
mel. Hinter dieſer Kugel iſt am Grundbau eine
große Kalenderſcheibe, welche für jedes Jahr die be-
weglichen Feſte anzeigt und ſich ſo dreht, daß der
danebenſtehende Apollo mit einem Stäbchen ſtets auf
den gegenwärtigen Tag hinweiſt. Eine kleinere Scheibe
mit Ringen in der Mitte der neun Fuß im Durchmeſſer
großen Kalenderſcheibe markirt die Auf- und Unter-
gänge der Sonne, Mondlauf und Mondphaſen und
die Eintritte der Sonnen- und Mondfinſterniſſe. Auf
den beiden Seiten neben der Kalendertafel ſind mecha-
niſche Vorrichtungen zur Angabe der Jahreszahl, des
Sonnencyklus, der goldenen Zahl, der Römerzinszahl,
des Sonntagsbuchſtaben, der Epakten und des Oſter-
feſtes ſtets für das gegenwärtige Jahr. Noch im
Unterbaue über der Kalendertafel auf einem Vorſprung
erblickt man im Laufe der Woche ſieben Wagen all-
mählich vorüberfahren: Sonntag Apollo mit den
Sonnenroſſen, Montag Diana mit einem Hirſche,
Dienstag Mars mit Schlachtenroſſen, Mittwoch Mer-
cur mit Luchſen, Donnerstag Jupiter mit Donnerpfeil
und Wolken, Freitag Venus mit Tauben, Sonnabend
Saturn mit einer Chimäre. Der Unterbau trägt zu-
nächſt die Löwengalerie, benannt von zwei an den
Seiten befindlichen Löwen, von denen der eine das
Wappenſchild der Stadt Straßburg, der andere den
Helm in den Klauen hält. In der Mitte dieſer Ga-
lerie iſt das Ziffernblatt einer Uhr, welche mittlere
Zeit angibt. Daneben ſind zwei Genien; der eine derſel-
ben ſchlägt auf ein Glöckchen beim Eintritt der Stunden-
viertel, der andere dreht ſtündlich eine Sanduhr. Die
untere Abtheilung des mittlern Aufbaues enthält ein
Planetarium, auf welchem die Bewegungen der Pla-
neten Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Sa-
turn im Fixſternhimmel um die Sonne dargeſtellt ſind.
Die darüber befindliche Abtheilung veranſchaulicht auf
geſtirntem Himmel die allmähliche Zu- und Abnahme
des Mondes durch allmähliche Drehung einer zur Hälfte
weißen, zur Hälfte ſchwarzen Kugel.

In der darauffolgenden höhern Abtheilung erblickt
man die Geſtalt des Todes, welcher in der einen Hand
eine Senſe, in der andern einen Knochen hält. Zu
beiden Seiten deſſelben ſind kleine Glocken angebracht.
Zur Zeit „ein Viertel“ tritt durch eine Seitenthür die
Geſtalt eines Kindes hervor, wendet ſich zu dem einen
der Glöckchen, ſchlägt mit einem Stäbchen einmal dar-
auf und geht durch die andere Seitenthür wieder ab.
Zur Zeit „zwei Viertel“ kommt in gleicher Weiſe ein
Jäger (Jüngling) und ſchlägt mit einem Pfeile zwei-

mal auf das Glöckchen. „Drei Viertel" wird von einem Krieger (Mann) durch dreimaliges Aufschlagen mit einem Schwerte angezeigt. Endlich kündet ein Greis „Vier Viertel" an, indem er mit seiner Krücke viermal an das Glöckchen schlägt. Hierauf erhebt der Tod den Arm und gibt die Stundenzahl an, langsam schlägt er mit dem Knochen auf das größere der beiden Glöckchen.

In der obersten Abtheilung steht die Gestalt des Heilandes mit dem Siegesbanner in der linken Hand und die Rechte zum Zeichen des Segnens beweglich. Mittags 12 Uhr ziehen die zwölf Apostel nacheinander vor ihm vorüber, wenden sich zu ihm und erhalten das Zeichen des Segens. Nachdem alle Apostel vorüber sind, erfolgt noch einmal das Zeichen des Segens für die stets zahlreich anwesenden Besucher des Münsters. Während die Apostel vorüberziehen, läßt der auf der Spitze des seitlichen Aufbaues befindliche Hahn sich hören. Er schwingt die Flügel, bewegt Kopf und Schweif, bläht den Hals auf und kräht dreimal. In die obersten Verzierungen eingereiht sind die Gestalten von: Jesaias, den Evangelisten, von Seraphim mit Musikinstrumenten u. s. w.

Der kleinere Aufbau enthält die Gewichte der Nebenwerke, welche durch Auslösung in zeitweiligen Gang kommen. Diese Auslösungen werden durch das Centralwerk bewirkt. Letzteres setzt den ganzen Mechanismus in Bewegung, und wird nach je 8 Tagen aufgezogen.

Die Wendeltreppe führt nicht allein zu dem mittlern Aufbau, sondern auch zu dem großen, 16 Fuß im Durchmesser enthaltenden, über dem südlichen Portale des Münsters angebrachten Zifferblatte, auf welchem zwei Zeiger den Tag, die Woche und die Stunde des Tags angeben.

Maschinentechnik.

Bearbeitet von Dr. Theodor Weiß.

Mit der Taf. 18 treten wir in das Gebiet desjenigen Theils der mechanischen Technik, welcher zufolge des in der allgemeinen Einleitung angedeuteten Herkommens im Gegensatze zu der Technologie wohl die „Maschinentechnik" genannt wird.

In der Maschinentechnik wird eigentlich alles abgehandelt, was nicht Werkzeug und nicht Arbeitsmaschine ist und doch zum Maschinenwesen oder zu der mechanischen Technik im engern, hier gebrauchten Sinne des Wortes gehört. Selbst Arbeitsmaschinen, namentlich insoweit deren Constructionsform mit der einer sonst in diesen Bereich gerechneten Maschine verwandt ist, werden in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Das Herkommen gebietet hier mächtiger als die Systematologie.

Jedoch pflegt man sich bei der Begrenzung des Gebiets an nachfolgend angeführte Klassifikation zu halten:

A. Kraftmaschinen oder Motoren.

a. Physiologische Motoren (Mensch und Thiere) und zu denselben gehörige Maschinen:
   1) Hebel- oder Schraubenwerke,
   2) Tret- und Laufräder,
   3) Göpelwerke.

b. Hydraulische Motoren:
   1) Wasserräder,
   2) Turbinen,
   3) Wasserdruckmotoren.

c. Aërodynamische Motoren:
   Windräder.

d. Thermodynamische Motoren:
   1) Dampfmaschinen,
   2) Heißluft- oder calorische Maschinen,
   3) Gaskraftmaschinen.

B. Zwischenmaschinen oder Bewegungsmechanismen und Transmissionen.

a. Die Art und die Geschwindigkeit der Bewegung ändernde Mechanismen:
   1) Räderwerke,
   2) Kurbelmechanismen,
   3) Geradführungen,
   4) Diversa dieser Art.

b. Regulirende Mechanismen
   1) Bremsen,
   2) Schwungräder,
   3) Centrifugalregulatoren,
   4) Hydraulische und pneumatische Regulatoren.

c. Wellentransmissionen.

d. Seil-, Ketten- und Riementransmissionen.

e. Hydraulische und pneumatische Transmissionen.

C. Transportmaschinen.

a. Transportmaschinen für feste Körper oder von Gefäßen umschlossene Substanzen:
   1) Hebezeuge,
   2) Aufzüge, Flaschenzüge,
   3) Schiebebühnen und Drehscheiben,
   4) Winden und Krahne,
   5) Fördermaschinen,
   6) Pneumatische Transportmaschinen.

b. Transportmaschinen für flüssige Körper und körnige Substanzen:
   1) Becher-, Schnecken- und Kolbenkettenwerke,
   2) Kolbenpumpen,
   3) Schöpf-, Wurfräder und Centrifugalpumpen,
   4) Strahlpumpen.

c. Transportmaschinen für gasförmige Körper:
   1) Blasebälge und Gebläse,
   2) Ventilatoren,
   3) Strahlpumpen.

d. Motorische Fahrzeuge:
   1) Locomotiven,
   2) Dampfschiffe
   3) Luftschiffe.

Gemäß dieser Klassifikation wurde jedoch bei der Vertheilung des hier vorzuführenden und den abzuhandelnden Gegenstand keineswegs erschöpfen sollenden Stoffs nicht verfahren. Vielmehr blieben ganze Gruppen der aufgezählten Maschinenarten gänzlich in Wegfall, theils weil ihre Besprechung schon in anderen Abtheilungen des „Bilder-Atlas" Platz gefunden hatte (zum Beispiel die Schiebebühnen und Drehscheiben im Eisenbahnbau, die Dampfschiffe im Seewesen), theils weil ihre Darstellung sich nur schwer den hier zu erreichenden Zwecken hätte anpassen lassen, und theils weil ihre Berücksichtigung Anlaß zur Ueberschreitung der vorgeschriebenen Grenzen des Werks gegeben haben würde. Andere, namentlich den Zwischenmaschinen und Transmissionen angehörende Gruppen wurden nur spärlich berücksichtigt und, ebenso wie einige zu maschinentechnischen Zwecken verwendete Instrumente, auf den Tafeln sporadisch vertheilt; und endlich wurde nicht die in der obigen Klassifikation beobachtete Reihenfolge gewählt, sondern mit einigen einfachen Transportmaschinen begonnen, hierauf zu den Motoren und endlich von den übrigen Transport-

den motorischen Fahrzeugen, gesprochen. ie Luftschiffe zu den Transportmaschinen hier abgehandelt wurden, beruht weniger Vorgreifen in gereiftere Zustände der Er- gkeit und in ein noch der fernern Zukunft Gebiet, sondern lediglich auf dem Mangel und geeignetern Platzes für diesen eben- ilder-Atlas" vorzuführenden Gegenstand. wurden auf den erstern Tafeln nicht nur n Transportmaschinen, sondern behufs senen Zusammenhaltens des Stoffs auch elt erscheinende Combinationen mit den mit den Fahrzeugen zur Darstellung

ortmaschinen für feste Körper.

(Tafel 18.)

portmaschinen haben den Zweck, mit Lasten ot mit Körpermassen von sowol fester als uftartiger Beschaffenheit Ortsveränderungen t lassen.

1. Hebezeuge.

erungen von sehr geringer Hubhöhe, oder esprochen, innerhalb sehr enger Wirkungs- t mittels der Hebezeuge vorgenommen. zu diesen Transportmaschinen nebst den beln und Hebeladen die Wagen- die Baumwinde, wie man sie bei den ten zum Heben ihrer reparaturbedürftigen bei den Waldarbeitern zum Ausheben rzelstöcke antrifft. Sie ersetzen gewisser- einfachen Hebel. Ihr Mechanismus be- er Zahnstange, welche durch Zahnrad und bewegt wird, oder aus einer Schrauben- mittels Mutter ebenfalls durch Zahnräder der auch durch eine Knarre, d. h. durch einen , federnder Sperrklinke und Hebel bestehen- mus ihre Bewegung erhält (Taf. 18, Fig. urch die in Fig. 11 getroffene Construction der stehenden Schraube gehobene Last iegenden Schraube horizontal fortbewegt gehören ferner zu diesen Maschinen die gewendeten hydraulischen Winden (Fig. 5). halten im Innern ihres eisernen Körpers ben, eine kleine Pumpe und einen Flüssig- Die Flüssigkeit (Wasser, Oel) wird über n mittels eines äußerlich greifbaren Hebels läßt hierdurch ein Heben des den Kolben n Körpers und der Angriffsklaue bewirken, h ein mittels eines Hahnes veranlaßtes r Flüssigkeit in den unterhalb des Kol- hen Raum ein Sinken von Klaue und

den haben dieselbe Wirkungsweise, wie jen Pressen (Taf. 21, Fig. 11), die sich r dadurch unterscheiden, daß das Pump- m den Preßkolben enthaltenden Haupt- it ist, und daß ein Preßgerüst vorhanden die zu hebende Körpermasse am obern und hierdurch ein Zusammenpressen, ein oder auch ein Ausquetschen, Entwässern, s. w. derselben bewirken läßt.

it sind diese hydraulischen Pressen, welche nsein des Preßgerüstes zu der Klasse der ien gezählt und eigentlich in das Gebiet ie versetzt werden müssen, und welche als solche Arbeitsmaschinen gekannt sind, auch zum Heben von großen Lasten, also als Trans- portmaschinen verwendet. Zum Beispiel wurden die über 38000 Ctr. schweren Bestandtheile der Stephenson'schen Röhrenbrücke und neuerdings ganze Stadtviertel in Neuyork mittels solcher Pressen gehoben, indem das dazu gehörige Pumpwerk durch Dampfmaschinenkraft bewegt wurde.

2. Flaschenzüge.

Die einfache, an einem festen Punkte befestigte Rolle, über welche ein Seil oder eine Kette geschlungen ist, wird noch nicht eine Hebemaschine genannt und dient auch nicht sowol zum Heben als zur Richtungsänderung des hebenden Seils. Sobald sie aber eine sogenannte lose Rolle wird, indem sie sich mit der zu hebenden Last bewegt, so kann sie auf die Bezeichnung einer Maschine, wenn auch einer Maschine sehr einfacher Construction, Anspruch machen. Durch Anwendung derselben ist man im Stande, mit der einfachen Kraft die doppelte Last, freilich aber auch nur während der doppelten Zeitdauer zu heben.

Die Combination einer losen mit einer festen Rolle, beziehentlich mehrerer solcher Rollen, wird ein Flaschen- zug genannt. Bei der ältern Constructionsform der Flaschenzüge sind die Blöcke, Flaschen oder Kloben aus Holz hergestellt. Neuerdings verwendet man als Material zu diesem Zweck, und namentlich bei maschi- nentechnischen Constructionen, das Eisen, wie die Figurengruppe 2, Taf. 18, zeigt. Der am weitesten nach rechts dargestellte Kloben dieser Gruppe ist derartig construirt, daß das Seil mit größerer Leichtig- keit, als bei den gewöhnlichen Arten, aufgelegt werden kann.

Durch Vermehrung der Rollen jedes Klobens oder jeder Flasche könnte mit einer gegebenen Kraft jede beliebige Last gehoben werden, wenn nicht die Reibungs- widerstände und die Seil- oder Kettensteifigkeit eine Grenze setzten, welche so sehr bald erreicht wird, daß der Vortheil der Einfachheit und Billigkeit dieser Maschine durch den Nachtheil eines äußerst geringen Wirkungsgrades derselben compensirt wird.

Neuerdings wendet man mit vielem praktischen Vor- theil den Differential-Flaschenzug an, wie er in Fig. 13 dargestellt ist. Er gehörte zu den hervor- ragenden Gegenständen der londoner Ausstellung von 1862. Seine Wirkungsweise stimmt mit derjenigen der schon lange angewendeten Differentialwinde (Fig. 14) überein. (Die Beschreibung der letztern folgt unter den Winden.) Der Differential-Flaschenzug ent- steht aus der Differentialwinde, wenn die beiden Trommeln der letztern zu zwei mit Einkerbungen verse- henen Rollen zusammenschrumpfen und wenn aus dem an den Trommeln mit seinen beiden Enden befestigten Seile eine sogenannte endlose Kette gemacht wird. Das Rollenpaar von verschiedenen Durchmessern bildet die obere und zwar feste Flasche, die untere, auch bei der Winde vorhandene Rolle, die lose Flasche. Damit die Kette nicht gleite, müssen die obern Rollen eine Art Verzahnung erhalten. Der Vortheil dieses Flaschen- zugs gegenüber seinen Gattungsgenossen besteht darin, daß er in seine beiden Flaschen eine sehr große Ueber- setzung legen läßt und daß er demnach, ohne viel Raum und viel Herstellungskosten zu beanspruchen, eine verhältnißmäßig große Last bewältigt. Er hat dagegen den Nachtheil, dem Heben einen stärkern Reibungswiderstand entgegenzusetzen, also das Heben der Last entweder mühevoller oder zeitraubender zu machen. Dieser Nachtheil wird aber insofern wieder in einen Vortheil umgewandelt, als durch den zähern

Reibungswiderstand das Herabsinken der gehobenen Last beim Loslassen der Kraftkette ohne weiteres Zuthun verhindert wird.

Um 1000 Kilogr. mit einer Zugkraft von 10 Kilogr. zu heben, hat man beim gewöhnlichen Flaschenzuge 100 Rollen nöthig, beim Differentialflaschenzuge nur deren drei. Dieses übertrieben zu Gunsten der Differentialflaschenzüge sprechende Exempel ist jedoch nur theoretisch, d. h. ohne Rücksicht auf die Widerstände richtig. Wegen thatsächlicher Existenz der letztern schrumpft der Vorzug sehr zusammen.

3. Winden.

Die einfachste Constructionsform dieser Gruppe von Transportmaschinen besteht aus einer Walze oder Trommel, welche durch Anbringung von Zapfen und Kurbeln oder Tummelbäumen drehbar gemacht ist, welche in einem Gestelle oder Bocke ruht und welche ein die Last tragendes Seil oder eine das Transportobject ergreifende Kette aufwickeln läßt.

Eine solche einfache Winde wird, wenn die Trommel liegt, Haspel, wenn dieselbe steht, Erdwinde genannt.

Wird auf der Trommelwelle dieser einfachen Winde ein Stirnrad angebracht (Taf. 18, Fig. 6) und eine Kurbelwelle hinzugefügt oder vorgelegt, welche ein kleineres in jenes Stirnrad eingreifendes Zahnrad trägt, so entsteht die Construction, welche man Vorgelegewinde oder einfache Seilwinde nennt. Eine Bremsscheibe mit Bremshebel und Bremsband, welcher Mechanismus beim Herablassen der Last zur Mäßigung oder Unterbrechung der Bewegung verwendet wird, ein Sperrrad zur Hinderung des unbeabsichtigten Rückganges und eine Vorrichtung zum Ausrücken der Kurbel- oder Vorgelegswelle vervollständigen diese Winde. Auf Schiffen angewendet erhält sie meistens auch noch einen äußerlich in der Verlängerung der Trommel angebrachten Konus, welcher als Frictionskonus beim Niederlassen der Anker dient.

Sollen mit dieser Windenart größere Lasten, als es mit der soeben beschriebenen Construction möglich ist, gehoben werden, so bringt man noch mehrere Vorgelege, aber, weil für die größere Last ein Seil zu dick werden müßte, statt des letztern eine Kette an. Diese Constructionsform, deren einzelne Bestandtheile die verschiedenartigsten Anordnungen erhalten, wird Kettenwinde genannt.

Durch Anordnung recht vieler Vorgelege kann man es dahin bringen, mit der einfachen menschlichen Kraft eine sehr bedeutende Last zu heben. Das letztere kann aber auch ohne Vermehrung der Vorgelege durch Verstärkung der angreifenden Kraft erreicht werden. Dieses geschieht durch Anbringung zweier kleiner, die Kurbeln erfassender, meistens oscillirender, jedoch auch, wie hier (Fig. 1), fester Dampfmaschinen. Diese Constructionsform heißt Dampfwinde oder Dampfhaspel. Sie wird häufig zum Aufziehen von in Gefäße gefüllten Substanzen oder Körpermassen benutzt. In diesem Falle bringt man auf der Trommel meistens zwei nach verschiedenen Richtungen sich aufwickelnde Seile, oder auf der Lastwelle zwei Trommeln mit derartig aufgewickelten Seilen an, daß das leere Gefäß niedersinkt, wenn das gefüllte gehoben wird. Hierdurch entsteht nicht nur Zeit-, sondern auch Kraftgewinn, indem das herabgehende leere Gefäß durch sein Gewicht die Triebkraft unterstützt. Namentlich zweckmäßig wird daher diese Dampfwinde bei Anwendung auf continuirliche Förderung von Lasten, wie es unter anderm beim Bergwerksbetriebe oft vorkommt.

In diesem Falle ersetzt man die kleinen oscillirenden Dampfmaschinen durch größere liegende oder Balancier-Dampfmaschinen, die Ketten durch Drahtseile und die Trommeln durch sogenannte Seilkörbe, welche behufs Verhinderung einer zu starken Biegung und Abnutzung der Seile einen relativ großen Durchmesser erhalten, und nennt solche Constructionsformen Dampfgöpel oder Fördermaschinen.

Die gewöhnliche Seilwinde, auf dem Dachboden eines Hauses aufgestellt, liefert, wenn statt der Kurbel ein Triebrad mit einem bis in das untere Stockwerk herabhängenden Seile ohne Ende angebracht wird, den sogenannten Aufzug, wie er in Speichern, Mühlen u. s. w. Verwendung findet. Wegen der großen Länge des äußerlich am Hause herabhängenden Lastseils muß die dasselbe aufwickelnde Trommel eine verhältnißmäßig große Breite erhalten, damit das Seil muß mehreremal übereinandergewickelt werden.

Diesem Uebelstande, welcher überhaupt in allen Fällen, wo das aufzuwickelnde Seil sehr lang auftritt, kann durch eine Constructionsform gebeugt werden, welche man Frictionswinde (Taf. 18, Fig. 16).

Die Wirkungsweise derselben beruht auf Reibungswiderstande, welcher durch ein um eine oder Walze mehreremal geschlungenes Seil Dieser Reibungswiderstand im Verein mit einer losen Ende des umschlungenen Seils wirkenden fügigen Kraft hält die am andern Ende des hängende Last oder den hier ausgeübten Gleichgewicht. Diese Kraft kann um so geringer sein, je größer die Anzahl der Umschlingungen Sie wird zu dieser Anzahl in ein solches Verhältniß gebracht, daß sie durch die Hand eines Arbeiters durch das Gewicht des herabhängenden, losen endes entwickelt werden kann. Da hierzu für wöhnlichen Fälle drei bis acht Umwickelungen so braucht die Trommel und demnach die ganze in der That nur sehr schmal zu sein, selbst wenn aufzuwickelnde, oder vielmehr überzuwickelnde, an der einen Seite auf- und an der andern zuwickelnde Seil, unendlich lang ist. Jedoch wird Construction dieser Winde dadurch wieder compliz daß zwei hintereinander liegende Trommeln vorhanden sein müssen. Bei Anwendung nur einer einzigen Trommel würde sich nämlich das sich aufwickelnde Seil in der Achsenrichtung der Trommel fortbewegen und die Trommel dürfte aus diesem Grunde nicht minder breit gemacht werden, als diejenige einer gewöhnlichen Winde. Wegen der Nothwendigkeit der Uebertragung zweier Trommeln müssen auch zwei Triebwellen mit Zahnrädern und Zubehör angeordnet werden und dadurch wird diese Constructionsform relativ complicirt.

Die Frictionswinden von geringern Dimensionen werden in Fabriken und Speichern in Verbindung mit Flaschenzügen angewendet. Sie werden in diesem Falle in der Regel an einem Pfeiler oder einer Säule befestigt, während der Flaschenzug an der Decke angebracht ist. Die Hubhöhe ist alsdann allerdings gering, aber das aufzuwickelnde Seil hat deshalb eine beträchtliche Länge, weil es durch sämmtliche Flaschen des Flaschenzugs geleitet werden muß.

Die Frictionswinden von bedeutendern Dimensionen und stärkern Räderübersetzungen erhalten die in Fig. 16 dargestellte Form, wie sie bei der Erbauung des londoner Weltausstellungs-Gebäudes von 18 zum Aufziehen der schweren gußeisernen Balken angewendet wurde. Die beiden geriefteten Frictionstrommeln sind vorn angebracht und liegen zur

erung des Auflegens des Seils völlig frei. in die beiden auf den Trommelwellen angebrachten räder eingreifende Zahnrad sitzt auf einer Welle, e von einer Vorgelegswelle bewegt wird, die Drehung von einem Riementrieb erhält.

ne fast genau solche Constructionsform bildet auch Bewegungsmechanismus der seit einigen Jahren Aufnahme gekommenen Kettendampfschiffe, eurs oder Kettenschlepper. Die auf dem Bette flusses oder Kanals liegende Kette wird um die bei- in der Mitte des Schiffs angebrachten Frictions- meln geschlungen. Durch Umdrehung der Winde, in diesem Falle eine kräftige Dampfmaschine ange- et wird, bewegt sich das Schiff an der fest auf dem e des Flusses liegenden, beziehentlich durch ihr ngewicht und durch den Reibungswiderstand ge- nen Kette entlang.

n historischer Hinsicht steht dieser Einrichtung die- je voran, bei welcher die Frictionswinde fest am stand und das Schiff mittels Kette an sich zog. solche Einrichtung findet man noch heute häufig Stromschnellen oder oberhalb von Brücken, he durch ihre Stauverhältnisse eine heftigere mung veranlassen. Derartige Constructionsformen den Schiffswinden genannt und erhalten verticale mmelwellen, sowie statt der Kurbeln Tummel- me, an welchen die ausgeschiffte Mannschaft ar- et.

ine eigenthümliche, wiewol schon lange bekannte noch länger bei den Chinesen in Gebrauch ge- ene Winde ist die durch Fig. 14 dargestellte fferentialwinde oder der Gegenhaspel. Sie n als eine Combination von zwei Haspeln auf- ßt werden, welche sich entgegenwirken und auf e Weise durch die Differenz ihrer Wirkungen lig werden. Die beiden Haspel von verschiedenen chmessern sind hier auf ein und derselben Kurbel- le dicht nebeneinander angebracht. Sie können aber auf zwei vor- oder übereinanderliegenden Wellen tirt und durch Zahnräder miteinander verbunden den und im letztern Falle gleiche Durchmesser er- ten, sofern die Zahnräder verschieden groß her- ellt werden. In allen Fällen ist eine das auf e Trommeln sich aufwickelnde Seil führende lose le A erforderlich, an deren Kloben die Last ge- gt wird. Die Wirkungsweise ergibt sich aus nach- jender rechnungsmäßigen Betrachtung. Jedes der den herabhängenden Seilenden hat von der am ten hängenden Last L die Hälfte, also $\frac{1}{2}$ L, zu gen. An der großen Trommel vom Halbmesser R ft demnach das Lastmoment $\frac{1}{2}$ L R, an der kleinen n Halbmesser r das Lastmoment $\frac{1}{2}$ L r. Das an Kurbeln von der Länge l wirkende Kraftmoment dagegen K l, wenn unter K die vereinte Kraft der beiter verstanden wird. Es ergibt sich daher aus statischen Gleichheit:

$$K \cdot l + \tfrac{1}{2} L r = \tfrac{1}{2} L \cdot R$$

Kraftbedarf zu:

$$K = \frac{R - r}{2 \cdot l} \cdot L$$

d der Lastwerth zu:

$$L = \frac{2 \cdot l}{R - r} \cdot K.$$

Man erkennt hieraus, daß man mit einer gewissen, lativ kleinen Kraft, zum Beispiel der menschlichen rmkraft, eine ganz enorm große Last heben kann, nn man nur die Differenz (R — r) der Trommel- halbmesser klein genug macht. Wird diese Differenz zu Null, werden also beide Trommeldurchmesser gleich groß hergestellt, so kann (mathematisch genommen) sogar eine unendlich große Last gehoben werden, für welche freilich die Hubhöhe gleich Null ausfällt, d. h. trotz Drehung der Winde ein Stehenbleiben auf derselben Höhe stattfindet. Jedoch von diesem äußersten Werthe an gerechnet und mit Rücksicht auf die ungleichmäßige Dicke des Seils oder der Kette, durch welche die Anwendung unbedeutend differirender Trommelhalbmesser illusorisch und praktisch unausführbar wird, kann jede beliebig große Last gehoben werden. Der Vortheil dieser Winde hinsichtlich ihrer einfachen und billigen Construction gegenüber der gewöhnlichen, unter solchen Umständen eine beträchtliche Anzahl von Vorgelegen, Wellen, Rädern und Lagern erfordernden und hierdurch kostspielig werdenden Kettenwinde wird jedoch durch den Nachtheil paralysirt, daß dieselbe bei bedeutendern Hubhöhen außerordentlich lange Seile oder Ketten und lange Trommeln erfordert und aus diesem Grunde wieder theuer wird. Ihr Vorzug beschränkt sich daher auf den engen Anwendungskreis geringer Hubhöhen.

Die unter den Rubriken Nr. 1, 2 und 3 beschriebenen Hebevorrichtungen, Flaschenzüge und Winden werden auf das mannichfaltigste combinirt und erhalten hierdurch oft das Ansehen ganz anderer Apparate oder Maschinen. Wenn auch für gewisse Sonderzwecke praktisch und gut, werden sie doch häufig sehr ungerechtfertigter Weise als Verbesserungen im allgemeinen angepriesen und vom Publikum dafür gehalten. Mangelnde Schärfe des Urtheils über die Wirkungsweise und den Wirkungsgrad trägt die Schuld hieran.

Die Vorstellung, daß durch eine Hebel-, Schrauben- oder Räderverbindung Kraft hervorgebracht werden könne, ist eine laienhafte. Eine solche Verbindung bewirkt vielmehr nur eine Umwandlung, und das constant Bleibende in dem Umgewandelten ist dasjenige, welches mechanische Wirkung oder mechanische Arbeit genannt wird, und welches aus einem Product von Kraft und Hubhöhe, oder Kraft und Weg, oder Kraft und Zeit besteht. Gewinnt man durch die bezeichnete Umwandlung, wie sie mit dem Mechanismus einer Winde und überhaupt einer Maschine vorgenommen wird, eine Kraftvermehrung, so verliert man Zeit, und umgekehrt. Ist die bewegte Last 100 mal so groß, als die ausgeübte Kraft, so ist auch die Zeitdauer des Transportes 100 mal so groß, als sie bei Gleichheit von Last und Kraft sein könnte. Und eine Winde, welche mit einer gegebenen Kraft 10 mal so viel Last hebt, als eine andere mit derselben Kraft, transportirt die Last 10 mal so langsam.

Dieses einfache Verhältniß zwischen Kraftgewinn und Zeitverlust wird aber in Wirklichkeit hinsichtlich eines Gewinns noch ungünstiger durch die Widerstände, als Reibungswiderstände, Seil- oder Kettensteifigkeit u. s. w., welche bei jeder mechanischen Vorrichtung unvermeidlich sind und auch von den Erfindern eines vermeintlichen Perpetuum mobile, obwol außer Acht gelassen, so doch nie zu annulliren waren. Wären diese Widerstände nicht vorhanden, so wäre es in theoretischer Beziehung, d. h. abgesehen von den Herstellungskosten, von bequemer Anbringung oder Aufstellung, von leichter Hantierung u. s. w. völlig gleichgültig, was für eine von den existirenden oder noch zu erfindenden Constructionsformen in einem gegebenen Falle angewendet würde. Da dieselben jedoch thatsächlich vorhanden sind, so bilden sich unter jenen Constructionsformen Vorzüglichkeitsunterschiede, je

nachdem die letztern unter sonst gleichen Umständen mehr oder weniger in ihrer Leistung von denselben beeinträchtigt werden.

Der Grad dieser Beinträchtigung, oder der Grad der thatsächlich geleisteten Wirkung bildet daher ein Kriterium für die Güte einer Constructionsart, und da die Widerstände, welche mit W bezeichnet werden mögen, als eine zu überwindende oder zu hebende zusätzliche Last aufgefaßt und in Rechnung gezogen werden können, so läßt sich dieser „Wirkungsgrad" oder „Gütegrad" wenn er mit η bezeichnet wird, durch das Symbol

$$\eta = \frac{L}{L + W}$$

berechnen, fosern L diejenige Last bedeutet, welche bei Nichtexistenz der Widerstände gehoben oder bewältigt werden könnte.

Je größer dieser Wirkungsgrad ausfällt, d. h. je mehr er sich, obigem Symbol zufolge, der Einheit nähert, desto vorzüglicher ist die Maschine. Von dieser Seite beleuchtet, klassificiren sich z. B. die bisher besprochenen Transportmaschinen derartig, daß die Differentialflaschenzüge die schlechtesten, die gewöhnlichen Flaschenzüge auch noch schlecht, die Differentialwinden gut und die gewöhnlichen Winden, sofern deren Zahnräder nicht allzu klein hergestellt werden, am besten sind. In Bezug auf Herstellungskosten bildet sich allerdings die umgekehrte Reihenfolge. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß bei Anwendung von Menschenkräften und überhaupt von animalischen Motoren die Kraftentwickelung K eine verschieden große ist, je nachdem an einem Seile gezogen, oder an einem Tummelbaume geschoben, oder an einer Kurbel gedreht, oder auf einen Hebel gedrückt werden muß. Und endlich ist bei Winden der Vortheil nicht zu unterschätzen, daß einige Vorgelege ausgerückt werden können, und daß hierdurch je nach Bedürfniß und Vorkommniß zwischen Lasthebung und Zeitaufwand ein günstigeres Verhältniß erzielt zu werden vermag.

4. Krahne.

Die Benutzung eines Flaschenzugs hat das Vorhandensein eines festen Aufhängepunktes zur Voraussetzung. Der Deckenbalken eines Locals, ein Baugerüst, ein Schiffsmast u. s. w. liefert einen solchen festen Aufhängepunkt, ebenso wie ein Baugerüst, ein Thurm, eine Mauer, eine Brunneneinfassung die Unterstützung für eine Winde bietet. Die Gesammtheit eines Flaschenzugs oder einer Winde und eines unterstützenden Baues mit Zubehör wird wol ein Aufzug genannt. Ist eine solche Unterstützung, ein solcher fester Aufhängepunkt nicht vorhanden, so wird ein Gerüst von irgendwelcher Constructionsform, oder ein gerüstartiger Bau besonders hergestellt, und die Combination der Winde oder des Flaschenzugs mit einem solchen Gerüste ein Krahn genannt. Wenn im Volksmunde auch manche andere galgenartige Gerüste Krahne heißen und wenn auch die zum Füllen der Tender auf den Wasserstationen unserer Eisenbahnen vorhandenen Wasserständer Krahne genannt werden, so ändert dies nichts an der Richtigkeit jener Definition, soweit überhaupt Definitionen und Vergleiche nicht hinken, und die Bezeichnung Krahn für einen gewöhnlichen Wasser- oder Bierhahn ist ein Provinzialismus. Hiernach werden sich die verschiedenen Constructionsformen der Krahne im wesentlichen durch die Form ihres gerüstartigen Baues unterscheiden lassen. Einerseits von diesem Gesichtspunkte aus, andererseits nach der Art der angewendeten Winde oder Aufzug nach der Verbindungsweise des Gerüste, und endlich in Betreff der Gesammtheit des Krahns als lassen sich Klassificationen vornehmen.

Ein in der Mauer eines Gebäudes ken, von einer schrägen Strebe getragen äußern Ende einen Flaschenzug tragend und durch dieselbe mit einer bindung gebracht, eine solche Uebergang von einem Aufzuge Die Last wird hier gerade in die Wirkungssphäre dieser Transportverticale Linie.

Wird die erwähnte Leitrolle am Flaschenzug an einen Wagen („Katze", welcher auf jenem Balken hin- und den kann, so ist die Wirkungssphäre Krahns eine ebene Fläche. Dieselbe kann erhalten werden, wenn die Flaschenzug unverrückbar befestigt, der Schnabel des Krahns schräg gegen Fußpunkt drehbar gemacht wird. Construction entsprechenden Formen der Zweibein, beziehentlich Dreibeinkrahn.

Wird das Krahngerüst um eine verbar gemacht und ist die am äußern angebrachte Rolle nicht verschiebbar, herrschte Wirkungssphäre der Maschine ders, beziehentlich ein Theil davon. § 18, Fig. 7 ein Beispiel. Mit einer Grundplatte verschraubten gußeisernen Figur eine Säule, die Krahnsäule gossen. Um dieselbe läßt sich der Ausleger mit Gerüst und daran mittels einer Zapfeneinrichtung wird durch eine kleine Dampfmaschine durch das U-förmig gebogene mit Achse der Krahnsäule liegende Rohr stehenden Dampfkessel gespeist wird. etwa längs eines Kaies oder einer aufgestellte Krahne können von einer mit Dampf versorgt werden. Sie krahne genannt.

Eine der vorigen gleiche Winde in Fig. 4 dargestellte Säulenkrahn gelenkigem Ausleger. Die Wirkungsmit dem Lasthaken erreichbare gemeinkreisförmiger Hohlcylinder durch Anoder des Flaschenzugs an einen „Katze", welche auf dem horizhin- und herzufahren ist. Dieselbe kann ferner aber auch unter Benutzung Rolle erreicht werden, wenn der Ausbel schräg angeordnet und am Ende Ebene drehbar gemacht wird. Beser Constructionsarten bietet Fig. spiel. Diese Constructionsform (in tem Maßstabe dargestellt) heißt freiweil der eigentliche Krahn, d. h. Ausleger mit Zubehör, nicht mit eines Gebäudes, sondern von einden und zu ihm gehörenden Gerüwelches hier aus schräg liegenden besteht. Dieser Krahn muß zwei erhalten, die eine zur Förderung zur Bewegung des Auslegers. jedoch auch für den Krahn mit der

Die Wirkungssphäre des Krahn

Parallelepipeds, d. h. sein Lasthaken kann an Ort eines langgestreckten Saals, einer Werk- s. w. gebracht werden, wenn derselbe die durch dargestellte Constructionsform hat, in welcher fkrahn genannt wird. Er besteht in diesem us zwei rechts und links auf Laufrädern ru- Trägern (hier aus Blech hergestellt), auf wel- e Winde hin- und hergefahren oder (wie hier) einer einseitig feststehenden Winde und einer hne Ende eine „Katze" hin- und hergezogen kann. Die Laufräder sind auf Schienen be- welche entweder an, beziehentlich auf den n eines Gebäudes, oder (wie hier) auf einem rs erbauten Gerüste befestigt werden. Uebri- ird hier die meistens nur von Menschenhand e Winde durch Dampfkraft bewegt, und selbst mpfkessel steht mit auf dem Krahngerüste. Auch emerkt werden, daß neuerdings die Bewegung der Krahnträger als der auf denselben hin- und hrenden Winde mittels einer Seiltransmis- n einem völlig gesondert von dem Krahne auf- n Motor aus bewirkt wird.

att Gerüste herzustellen, auf welchen die Schie- gebracht werden, kann man, wie Fig. 12 zeigt, n horizontalen Trägern auch verticale Stützen gen, deren Füße mit Rädern versehen, und die en auf der Erde anbringen, beziehentlich den auf einer Eisenbahn bewegen, wodurch seine ngssphäre leicht bedeutend erweitert wird. Er in dieser Gestalt fahrbarer Laufkrahn oder Ladekrahn genannt. In der hier dargestellten ibrungsform ist er aus blechernen Trägern und förmigen Stützen hergestellt, hat zur Fortbewe- auf den Schienen auf jeder Seite eine Winde, Heben der Lasten auf jeder Seite ebenfalls eine evorrichtung und zwei Katzen, und zum Hin- herbewegen der letztern an jeder der obern Sei- ine Winde, welche mittels einer nach abwärts nden und über ein Trieb- oder Kurbelrad ge- Kette von unten aus gedreht werden kann.

e Constructionsform, welche eine der vorigen gleiche Wirkungssphäre hat, ergibt sich durch Com- on des gewöhnlichen festen Krahns mit einem euge. Eine solche Constructionsform, fahrba- krahn, oder kurz Fahrkrahn genannt, ist in s dargestellt und kann als erhalten betrachtet n einfach dadurch, daß der Fig. 7 abgebildete Krahn inen Wagen gesetzt, und daß alsdann auch der Fig. 7 separirte Dampfkessel mit auf dem Krahn- angebracht wurde. Dieser Dampfkessel ist in vor- dem Falle derartig angeordnet, daß er als Gegen- ht für den belasteten Krahn wirksam wird. Wäre nicht geschehen, oder wäre überhaupt eine pfmaschine mit Kessel nicht vorhanden, sondern krahn zum Betriebe mittels Menschenhand einge- t, so müßte ein separates Gegengewicht oder eine mervorrichtung angeordnet sein, mittels welcher krahn an den Schienen befestigt werden könnte.

ne fernere Combination eines Krahns mit einem euge ist in Fig. 9 dargestellt. Das Fahrzeug er ein Floß, welches den Transport eines Last- tes nach irgendeinem Punkte eines Hafens ver- t. Dieser Seekrahn oder Schwimm- n (hier ganz aus Holz hergestellt) hat daher ehr weite Wirkungssphäre, welche durch Ankup- g desselben an ein motorisches Seefahrzeug noch und zwar in ähnlicher Weise erweitert wird, s mit der Wirkungssphäre des Fahrkrahns durch pelung desselben an ein motorisches Landfahr- der Fall ist.

Transportmaschinen für flüssige Körper.

(Tafel 19 bis 21.)

Die körnigen und pulverförmigen Substanzen bilden den Uebergang von den festen zu den tropfbar flüssigen Körpern. Das Sandkorn verhält sich zum Sandstein wie der Wassertropfen zur Wassermasse. Gewisse Transportmaschinen für staub-, pulverförmige und körnige Substanzen haben daher mit denjenigen für Flüssigkeiten sehr viel constructive Aehnlichkeit. Das Schnecken- und das Becherwerk dient zum Transporte des Mehls, des Getreides, des Sandes und Kieses (bei den Baggermaschinen) und des „Tropfens" der Mauermasse, des Ziegelsteins, ebensowol als zum Transporte des Wassers und sonstiger Flüssigkeiten. Das Schneckenwerk wird beim Transporte von Flüssigkeiten zur sogenannten Wasserschraube oder archimedischen Schraube und statt des Becherwerks wird auch wol das Paternosterwerk angewendet. Hieran schließt sich das Kettenkolbenwerk oder die Kettenpumpe, welche aus einer über zwei vertical entfernt voneinander angebrachten Räder geführten Kette, aus mehrern hiermit verbundenen Kolben und einer Röhre besteht, an deren Wandung die mit der Kette bewegten Kolben sich anschließen.

Jedoch meistens und namentlich zum Zwecke des Transportes in weitere Entfernungen werden die Transportmaschinen für Flüssigkeiten aus Röhrenleitungen und aus einem Mechanismus zusammengesetzt, welcher die Flüssigkeit durch Aussaugen aus der Röhrenleitung oder durch Einpressen in dieselbe in Bewegung bringt. Auch in dieser Form haben die Transportmaschinen für feste Körper Verwandtes mit denen für flüssige. Denn auch in Röhrenleitungen werden feste Körper (Packete, Blechkapseln, Wagen) mittels des Luftdrucks transportirt.

Diese Mechanismen werden Pumpen genannt und bestehen entweder aus einem in dem Pumpenstiefel oder Pumpencylinder hin- und herbewegten Kolben und aus Ventilen, oder aus in einem Gehäuse rasch umgedrehten Schaufeln, beziehentlich aus sogenannten Kapselrädern, oder endlich aus einem Röhrensystem von solcher Anordnung, daß vermöge einer eigenthümlichen hydraulischen Wirkungsweise die zu bewegende Flüssigkeit durch einen bewegten Flüssigkeitsstrahl in die den Transport vermittelnde Röhrenleitung gepreßt oder eingesogen wird, weshalb dieser Mechanismus Strahlpumpe oder Injector, beziehentlich Ejector heißt.

1. Kolbenpumpen.

Die Wirkungsweise dieser Pumpen ist aus folgender Beschreibung bei Betrachtung der Fig. 12 auf Taf. 19 zu erkennen:

Wenn der Kolben K mittels der daran befestigten Kolbenstange im Pumpencylinder nach aufwärts bewegt ist, nachdem er dicht über dem Boden des letztern gestanden hatte, so hat sich, völlig dichten Schluß zwischen Kolben und Cylinderwandung vorausgesetzt, in dem Raume O unter dem Kolben ein luftverdünnter, beziehentlich absolut leerer Raum gebildet. In diesen Raum wird vermöge des atmosphärischen Drucks, welcher auf allen terrestrischen Gegenständen und so auch auf dem Wasserspiegel des bei A stehenden Gefäßes lastet, das Wasser in das Saugrohr bei A und von hier aus in den Raum O gedrückt. In dem Maße, als der Kolben fortbewegt wird, wird das Wasser beständig von außen nachgedrückt und demnach

der Pumpencylinder mehr und mehr damit angefüllt. Ist der Kolben oben bei B angelangt, so ist der Pumpencylinder gänzlich gefüllt. Alsdann wird die Bewegung umgekehrt; es öffnet sich vermöge des durch das Niederdrücken des Kolbens verursachten Wasserdrucks das im Kolben angebrachte Kolbenventil W und läßt den Inhalt des Cylinders nach und nach über den Kolben treten. Zur Erzielung dieser Wirkung ist jedoch ein zweites, im Boden des Cylinders angebrachtes Ventil, das Saugventil, erforderlich, welches beim Niedergehen des Kolbens sich schließt und das Zurückfallen des Wassers aus dem Cylinder in das Saugrohr verhindert. Nachdem der Kolben bis auf den Boden des Cylinders niedergedrückt ist und zum zweiten male gehoben wird, wird der Raum unter demselben abermals gefüllt und der Raum über demselben allmählich durch Abfluß bei B entleert, da das Kolbenventil W, welches beim ersten Hube durch den auf ihm lastenden Luftdruck geschlossen blieb, beim abermaligen Wechsel der Bewegungsrichtung sowol durch den Luftdruck als durch den obern Wasserdruck geschlossen wird. Setzt man in dieser Weise das Spiel der Bewegung fort, so wird nach und nach eine größere Wassermasse gehoben oder, allgemeiner gesprochen, transportirt. Das Gelingen dieser Wirkungsweise hat jedoch das Innehalten gewisser Höhenverhältnisse zur nothwendigen Voraussetzung. Der Druck der Atmosphäre ist nicht größer, als daß er in einem völlig dicht schließenden und absolut leeren Gefäße das Wasser höher als 10 Meter höbe, ebenso wie er das Quecksilber (in einem Barometer) nicht höher als 76 Centimeter hebt. Daher darf die ganze Höhe $h_0 + 0 + S$ keinenfalls höher als 10 Meter sein. Uebrigens aber muß bei Beginn der Benutzung der Pumpe zunächst die im Saugrohre befindliche Luft ausgepumpt werden, was mit Hülfe des Pumpenkolbens und des Saugventils selbst geschieht, oder es muß nach vorgängiger Verstopfung des untern Theils des Saugrohrs die Pumpe sammt Saugrohr von oben her mit Wasser gefüllt werden, wodurch ebenfalls die Luft ausgetrieben wird.

Diese Pumpe wird, weil sie das Wasser (scheinbar) ansaugt, Saugpumpe genannt. Sie wird zur Hubpumpe, wenn der Pumpencylinder nach oben wesentlich verlängert, oder wenn derselbe mittels Deckels oben geschlossen und alsdann bei B mit einem nach aufwärts geleiteten Rohre versehen wird.

Anstatt daß das Ventil W im Kolben angebracht wird, kann es für den letztangeführten Zweck auch neben dem Saugventile in dem in diesem Falle vom Boden des Cylinders ausgehenden Hubrohre angeordnet werden. Es entsteht auf diese Weise die einfach wirkende Hubpumpe, und durch wiederholte Anbringung zweier Ventile am obern Theile des Cylinders die doppelt wirkende Hubpumpe.

An Stelle eines dicht an die Wandungen des Cylinders oder Stiefels anschließenden Kolbens kann auch ein Kolben, welcher, ohne die Cylinderwandungen zu berühren, nur in den Wassergehalt des Cylinders eintaucht und das Wasser verdrängt, angewendet werden. Ein solcher Kolben wird Taucherkolben oder Plungerkolben oder auch Mönchskolben genannt und muß, wie Fig. 6, Taf. 19 zeigt, durch eine ihn fest umschließende Stopfbüchse in den Cylinder geführt sein. Die Wirkungsweise einer derartigen Pumpe stimmt mit derjenigen einer vorhin beschriebenen einfachen Hubpumpe fast völlig überein. Diese Pumpe eignet sich jedoch weniger zum Saugen als zum Heben und noch mehr zum Einpressen oder Drücken des Wassers und wird daher nebst der Bezeichnung Mönchspumpe oder Plungerkolbenpumpe auch Druckpumpe genannt.

Eine Combination des Taucherkolbens mit dem Fig. 12, Taf. 19 beschriebenen Ventilkolben [illegible] einer in Fig. 9, Taf. 21 im Durchschnitt dargestellten pelt wirkenden Pumpe, welche Differentialpumpe heißt und welche in dieser besondern Form bei berliner Wasserwerken als Filterpumpe, d. h. Transport des zu klärenden Wassers auf die ter verwendet wird. Wegen der sehr großen sionen dieser Pumpe hat der in der Mitte befindliche Saugkolben eine von den gewöhnlichen nen Ventilkolben abweichende Form; er ist ein gen-Kolben, d. h. er besteht, ebenso wie die Figur unmittelbar unter ihm sichtbare aus Etagen und zwar aus deren zwei, von jede ein horizontales ringförmiges Gitter als lage für die aus Kautschuk hergestellten klappen enthält. Beim Aufgange des Tauchers wird die ganze pro Hin- und Hergang geförderte menge gesaugt und gleichzeitig diejenige welche in dem von dem (hier hohlen) und dem Cylinder gebildeten ringförmigen befindlich ist, gehoben; beim Niedergange wird durch den Ventilkolben dringenden Wassermasse Theil gehoben, welcher in jenem ringförmigen keinen Platz findet. Durch passende Wahl gerkolben-Durchmessers kann der genannte Raum so groß hergestellt werden, daß gerade die Hälfte von der ganzen Masse also bei Auf- und Niedergang gleichviel fördert wird. Uebrigens ist auch das oben Hand) sichtbare Druckventil nicht aus einer Klappe, sondern aus deren mehrern hergestellt gemäß der Annahme, daß das Wasser nach tung der angegebenen Pfeile im Hindurchgriffen sei, im geöffneten Zustande gezeichnet

Die Ventile der Pumpen, welche bei den tionsformen von kleinern Dimensionen aus einfachen Leder- oder Kautschukklappe, oder aus solider construirten Metallklappe bestehen, oder einen pilz-, kegel- oder kugelförmigen Metallbilden, welcher von dem Wasser abwechselnd oder auf den seiner Form genau angepaßten dicht schließend gedrückt wird, erhalten für tionsformen von größern Dimensionen die form und zwei Ventilsitze (Taf. 29, Fig. 11). noch größer dimensionirte Pumpen werden, Fig. 9, Taf. 21, Etagenventile mit horizontalen schrägliegenden Klappen angewendet, und wird die Anzahl der Etagen mit wachsender mehr und mehr gesteigert, sodaß die auch ventil genannte Constructionsform, welche in Taf. 20 im Durchschnitt abgebildet ist, deren sitzt. Dieses Ventil ist an einer Pumpe des londoner Wasserwerks angebracht und hat men Durchmesser von $1^1/_2$ Meter. Die Zerlegung gesammten Ventils in viele selbstthätige Einzelor oder die Zusammenfügung desselben aus diesen die mit dem sogenannten Schlagen des Ventils bundenen erschütternden Stöße vermeiden und zeitig den Uebelstand, daß ein voluminöserer theil der Verunreinigung des Wassers durch klemmen das gesammte Ventil vorübergehend macht, dahin abmindern, daß nur eins der Einzelorgane unbrauchbar wird, während der übrige Theil unbeeinträchtigt fortwirkt.

Auch Fig. 7, Taf. 19 stellt eine zu dieser gorie gehörige Constructionsform dar, jedoch Pumpen, sondern für Gebläsemaschinen

die genauere Beschreibung erst bei Be-
er Maschinen erfolgen wird und hier
inerhand von der Mittellinie der Figur
tt dargestellten Ventilkasten mit den aus
tarventilen bestehenden Saug- und Druck-
wiesen werden soll.

i der Pumpen werden in der Regel bei
etriebe mit einer mittlern Geschwindig-
bis 0,3 Mt. in der Secunde bewegt,
ug- und Leitungsröhren erhalten eine
röße, daß unter jenen Umständen das
einer Geschwindigkeit von 0,8 bis 1,2
ließt. Bei größern Geschwindigkeiten
den stattfindenden Wechsel der Bewe-
des Kolbens einerseits Stöße in den
andererseits Erschütterungen in den Röh-
entstehen, welche die Stabilität gefähr-
rartige auch bei den üblichen mäßigern
ten auftretende Erschütterungen zu ver-
man die Windkessel an, d. h. kessel-
oder cylinderförmige Gefäße, welche
schlossen sind und bis zu drei Viertel ihres
in sich bergen, welche vermöge ihrer Ela-
ßenden Wasser ein weiches, federndes
tet. Solche Windkessel sind bei den auf
20 dargestellten Pumpenarten an ihrer
lung und an einem kuppelartigen obern
tlich. Dieselben werden für gewöhnlich
n Druckventile, also an der Druckleitung,
auch vor dem Saugventile, also an
re angebracht; letzteres im Falle eines
es der Pumpe. Man unterscheidet da-
nd Saugwindkessel.

n werden häufig in engem Anschluß an
nden Motoren, an Göpelwerke, Wasser-
en und Dampfmaschinen construirt.

ig. 8 zeigt in dieser Beziehung eine
der Pumpe mit einem einfachen durch
bewegten Hebelwerke. Sie stellt den
bauten Pumpenkasten mit vier Pumpen-
dem hinten angebrachten Windkessel und
elwerke dar, welches aus einer Schüttel-
befindlichen Pumpenhebeln und zwei zum
Mannschaft angeordneten Hebelverlän-
Krafthebeln, zusammengesetzt ist.

Fig. 13 zeigt die Combination einer
nem durch Thierkraft bewegten Göpel-
Blicke des Beschauers zunächst ist das
en hinabgesenkte Saugrohr dargestellt,
n Wagen ruhend, der Ventilkasten mit
efindlichen kastenförmigen Windkessel und
festigten beiden nebeneinanderliegenden
rn. Weiter hinten auf der Deichselseite
befindet sich der Göpel mit seinem Rä-
den die Pumpenkolben bewegenden Lenk-
e mit seinen vier hölzernen Armen, an
ugthiere mittels Schwengel oder Ort-
nt werden; obenauf ein Sitz für den

Fig. 4, 8 und 9 zeigen sehr engge-
binationen der Pumpe mit der Dampf-

ig. 9 dargestellte Species wird vorzugs-
eisen der Dampfkessel benutzt und ist so
ß sie an einer der Umfassungsmauern
sselhauses befestigt werden kann. Oben
er Dampfcylinder, unten der Pumpen-
itlich der Windkessel. Die verlängerte
Dampfkolbenstange bildet den Taucher-
mpe.

Die in Fig. 8 dargestellte, von ihrem Erfinder sogenannte Universal-Dampfpumpe läßt hier vorn den Dampfcylinder mit dem Dampfzuleitungsrohre und hinten den mit dem Dampfcylinder zusammengegossenen Pumpenkörper, den Windkessel und das Druckrohr, sowie anderseitig im Hintergrunde das Saugrohr sehen; Pfeile deuten die Richtung des zufließenden und abfließenden Wassers an.

Durch Fig. 4 ist die Baumann'sche Dampfpumpe dargestellt, bei welcher der Pumpenkörper an dem daraufstehenden hohen cylindrischen Windkessel und den beiden viereckigen Deckeln der Ventilkasten kenntlich sein wird, während der Dampfcylinder rechterhand zu sehen ist.

Auch Fig. 11 auf Taf. 19 zeigt eine solche direct wirkende Pumpe, von dem Patentinhaber Specialpumpe getauft, oder vielmehr deren zwei, welche rechts und links von der Feuerthüre des zu ihnen gehörigen verticalen Dampfkessels auf der dem ganzen Bau gemeinschaftlichen massigen gußeisernen Fundamentplatte befestigt sind. Auch hier ist der Pumpencylinder von dem Dampfcylinder durch den auf ihm angebrachten urnenförmigen Windkessel und an seiner äußerlich kastenartigen Gestalt zu unterscheiden, welche er durch Anbringung des Ventilkastens erhalten hat. Die zur Befestigung des Saugrohrs dienende Flantsche ist unter dem Ventilkasten und die zur Befestigung des Druckrohrs bestimmte über demselben angebracht.

Alle die in Fig. 4, 8, 9 und 11 dargestellten Dampfpumpen sind Erfindungen neuern Datums und derzeitig sehr in Mode. Früher, aber zum Theil auch noch jetzt, wendete man bei derartigen Combinationen behufs Anbringung des für den Dampfcylinder erforderlichen Steuerungsmechanismus ein rotirendes Nebenglied an, bestehend aus einer Schwungradwelle mit Schwungrad und einem Kurbelmechanismus. Eine solche Constructionsform ist z. B. die in Fig. 10, Taf. 20 dargestellte Dampfpumpe von Wilson, bei welcher der Dampfcylinder mit dem massiven Schwungrade oben und der Pumpencylinder mit dem Ventilkasten und den für die Befestigung von Saug- und Druckrohr bestimmten Rohrstutzen unten angebracht ist.

In Fig. 4, Taf. 20 tritt dieses rotirende Nebenglied als ein rotirendes Zwischenglied auf, indem die alternirende Bewegung des Dampfkolbens zunächst auf die zwischen Dampfcylinder und Pumpenkörper angebrachte Schwungradwelle und von hier aus mittels zweier Lenkstangen auf den Pumpenkörper übertragen wird. Die Lenkstangen ergreifen zunächst einen Kreuzkopf, welcher von den hinten am Pumpencylinderdeckel angebrachten Geradführungen oder Geleisen in gerader Bahn erhalten wird, und an welchem die Kolbenstange der Pumpe befestigt ist. Der obenauf stehende hohe Windkessel mit einem Theil des Druckrohrs und ebenso das nach unten abgekrümmte Saugrohr treten in der Abbildung deutlich hervor, gleichfalls die an beiden Enden des Pumpencylinders angebrachten, mit horizontal liegenden Deckeln verschlossenen Ventilkasten.

Auch in Fig. 1, Taf. 19 ist ein rotirender Zwischenmechanismus angebracht, jedoch noch vermehrt um Räderwerke und Kurbelmechanismen. Die hier dargestellte Dampfpumpmaschine des shildoner Wasserwerks besteht aus einem pyramidenförmigen gußeisernen Gerüste, welches oben die Schwungradwelle mit zwei Schwungrädern und einem kleinen Zahnrade und unten auf seiner Fundamentplatte vorn und hinten je einen Dampfcylinder und an den vier Ecken je einen Pumpencylinder trägt. Das genannte kleine Zahn-

rad greift in zwei größere Zahnräder ein, welche auf zwei an den Enden mit je zwei Kurbeln versehenen Zwischenwellen sitzen und somit die von den Dampfcylindern ausgehende Bewegung mittels Lenkstangen auf die Pumpenkolben übertragen. Letztere sind hohle Mönchs- oder Taucherkolben. Durch die völlig symmetrische Anordnung sollen hervorragende Stabilität und ruhiger Gang erzielt werden. Die Anwendung mehrerer Pumpenstiefel sichert diesen ruhigen Gang schon an und für sich, namentlich wenn, wie hier, sämmtliche Kurbeln gegeneinander verstellt sind, sodaß jede derselben zu einer andern Zeit, als die andern, den todten Punkt passirt. Vor Erfindung des Windkessels war diese Anordnung die einzig mögliche bei größern Wasserwerken, und die berühmten Wasserkünste zu Versailles konnten erst in Betrieb genommen werden, nachdem die ursprünglich großen und ohne Windkessel aufgestellten Pumpen durch eine sehr beträchtliche Anzahl verhältnißmäßig kleiner Exemplare mit verstellten Kurbeln ersetzt waren. Schon bei Anordnung von drei derartigen Pumpenstiefeln hält man den Windkessel für überflüssig. In vorliegendem Falle ist daher auch kein solcher angewendet, und zwar um so weniger, als das Vorhandensein des Räderwerks den Gang der Pumpenkolben im Verhältniß zu demjenigen des Dampfkolbens sehr verlangsamt und dadurch stoßlos macht.

Bei den durch Fig. 2 und 14 auf Taf. 19 dargestellten größern Dampfpumpmaschinen tritt der rotirende Mechanismus abermals als Nebenglied auf, indem die Stange des Pumpenkolbens einfach die Verlängerung der Stange des Dampfkolbens bildet, und die mit dem Schwungrade armirte Schwungradwelle nicht die Bewegung jener beiden Kolben vermittelt, sondern nur zur Sicherung der Vollhubigkeit dieser Kolben und des Ganges der Steuerung des Dampfkolbens angebracht ist.

In Fig. 2 befindet sich die Pumpe vertical unterhalb des Dampfcylinders (linkerhand der Zeichnung), in Fig. 14 horizontal vor demselben. Die erstere dieser Anordnung macht eine Balancier-Dampfmaschine nöthig, die letztere reicht mit einer liegenden Dampfmaschine aus. Fig. 2 zeigt diesen Balancier an ihrem höchsten Punkte. Derselbe ist von zwei pyramidalen Gerüsten getragen und von einer zur Erleichterung des Controlirens und Schmierens der oben befindlichen Maschinentheile angebrachten, besteigbaren Galerie umgeben. In der Mitte unter den horizontalen Trägern zeigt sich der Condensator, rechterhand der cylindrische Windkessel und zwischen letzterm und dem Gerüste die Lenkstange mit der Kurbel, der Schwungradwelle und dem Schwungrade.

Während Fig. 2 nur am untern Theile und obenein partiell im Durchschnitt dargestellt ist, legt Fig. 14 einen völligen Durchschnitt vor Augen.

In der Mitte befindet sich der Dampfcylinder mit dem in mittlerer Lage dargestellten Kolben und mit seinen hohlen Deckeln; links davon unter der eisernen Fundamentplatte zeigt sich der Condensator mit der Kaltwasser- und der Luftpumpe, welche beide als Kolben die auf Taf. 21, Fig. 9 beschriebene Combination von Taucher- und Ventilkolben haben. Noch weiter zur Linken ist das Schwungrad mit Welle, Kurbel und Lenkstange erkennbar und zur äußersten Rechten befindet sich die eigentliche Pumpe. Dieselbe hat unter ihrem Cylinder zwei Saug- und über demselben zwei Druckventile; sie ist doppeltwirkend. Die Ventile, welche rechterhand nicht gezeichnet sind, haben die Doppelsitz-Construction. Es ist in der unten sichtbaren Saugleitung ein Saugwindkessel und oben auf dem Pumpenstiefel ein Druckwindkessel, ere dem aber noch, gemeinschaftlich für zwei Pu- ein größerer, hinter der Pumpe sichtbarer Wind- angebracht, welcher in Wirklichkeit eine bedeuten- Höhe hat, als hier wegen Raummangels gegeb- wurde.

Durch vorstehende Darlegung könnte die Le- erweckt werden, als ob mit Weglassung der e- erwähnten rotirenden Zwischen- oder Nebenmech- men nur die Pumpen kleinern Kalibers ein- seien. Diese Ansicht wäre jedoch irrig; denn a- bei den allergrößten Dampfpumpmaschinen le- diese rotirenden Mechanismen in Wegfall. De- sten der für die sogenannte Wasserhaltung be- baues errichteten Dampfpumpmaschinen, welch- historische Vortritt vor allen Dampfmaschinen g- und welche zu den gigantischsten Maschinen üb- zählen, haben keine rotirenden Bestandtheile, auch viele auf den Stammanlagen unserer mo- städtischen Wasserwerke aufgestellten Dampfm- schinen verrichten ihre regelmäßige Function o- tirende Massen. Man ist sogar noch immer i- fel, ob nicht die Weglassung der rotirenden E- zweckmäßiger sei, und die Frage, ob nicht de- theil des Vorhandenseins dieser Massen und ge- rigen Mechanismen hinsichtlich der Sicherung e- ruhigen und genau abgegrenzten Ganges m- Nachtheile in wirthschaftlicher Beziehung betre- mehrten Dampf- oder Kohlenverbrauchs erlit- den müsse, gehört zu den unentschiedenen F- fragen.

Zu den kleinsten Sorten von Pumpen zähl- den hydraulischen Pressen angeordneten (s- Fig. 10). Dieselben sind so klein, daß, wie b- den auf dem linkerhand dargestellten Pum- mit Führungsbügel und Druckhebel ausg- Pumpen zeigen, die Taucherkolben derselben ein- größern Durchmesser als deren Kolbenstangen h- welche nach aufwärts in gleicher Dicke behufs de- radeführung verlängert sind. Die Figur stellt a- gens linkerhand das Preßgerüst mit dem h- befindlichen Preßcylinder und dem aus letzterm h- ragenden mit Druckplatte versehenen Preßkolben Auch ist das das Preßwasser leitende Verbind- rohr zwischen Preßcylinder und Pumpenlaufen, s- über dem Boden liegend, sichtbar und eben- über diesem Rohre stehendes Quecksilbermano- welches den entwickelten Wasserdruck anzeigt.

2. Centrifugalpumpen, Rotationspumpen und Kapsel

Wie die Construction der Kolbenpumpe au- Bauart des einfachen Schöpfeimers hergeleitet we- kann, der in seinem Boden ein Ventil angebrac- hält, bis zu einer Röhre verlängert und in ro- Gestalt auf und nieder bewegt wird, so läßt sich das Schöpfrad, welches die Constructionsform d- Wasserrades hat, jedoch in umgekehrter Weis- dieses wirksam wird, aus dem Schöpfeimer ent- ven betrachten, der in mehrern Exemplaren an N- Umfange eines in Umdrehung versetzten und m- nem untern Theile in das zu hebende Wasser ta- den Rades angebracht ist. Die Schöpfräder w- zu Wurfrädern, wenn die das Wasser schöpf- zellenartigen Bestandtheile schaufelartig flach ge- werden und wenn das an einem untern Theile d- Umfangs mit einem Gerinne versehene oder von e- Gehäuse eingeschlossene Rad in rascher Umdr- versetzt wird.

Läßt man ein solches mit Schaufeln ausgerü-

nicht nur mit einem Theile seines Umfangs, nzlich in das Wasser eintauchen, umgibt it einem bis auf eine centrale Oeffnung hlossenen Gehäuse und bringt an dem Um- es Gehäuses ein nach aufwärts geleitetes so kann man durch sehr rasches Umdrehen Wasser in dem genannten Rohre in die en, indem vermöge der heftigen Rotation nglich in das Gehäuse eingedrungene Was- erisch fortgeschleudert und somit in das getrieben wird, während neues Wasser durch öffnung nachfließt. Aus einer derartigen entsteht diejenige Constructionsform, welche gal- oder Kreiselpumpe genannt wird. er äußerst raschen Umdrehung, welche man Pumpen dem Schaufelrade ertheilt, können stonen derselben für die gleichen Zwecke, ie Förderung der gleichen Wassermenge be- ringer als bei den relativ langsam umge- urf- und Schöpfrädern sein, weshalb denn nschaffungskosten derselben beträchtlich ge- die der letztern sind, dagegen deren Wir- und demnach der Betriebsaufwand ungün- eziffert.

ufeln werden meistens gekrümmt hergestellt n in ihrem noch nicht gekrümmten Zustande kige, trapezförmige oder noch anders ge- talt. Das Schaufelrad wird liegend oder so beziehentlich um eine verticale oder eine Achse drehbar angeordnet.

Fig. 2 stellt eine Pumpe von Ferry mit lie- de, also mit verticaler Achse dar. Das em dasselbe umschließenden Gehäuse wird r Wasser gestellt, welches durch die oben t sichtbaren Leitschaufeln einfließt und durch aufwärts gebogene Steigrohr fortgeleitet

ch durch die rasche Umdrehung der Schau- ur das Wasser gegen die Peripherie des nd in das hier angebrachte Rohr geschleu- ern auch in der Umgebung der Achse ein ter Raum gebildet wird, so kann eine Cen- pe auch saugend wirken und verstattet da- bringung eines im Centrum einmündenden und eine Aufstellung über Wasser.

artige Einrichtung und Aufstellung ist so- iche. Ein Beispiel hierzu zeigt Fig. 13 auf elche die Gwynne'sche Pumpe mit stehen- felrade und demnach mit horizontaler Achse e vorn und hinten behufs hermetischen Ab- s Gehäuses durch eine Stopfbüchse bringt ittels einer vorn sichtbaren kleinen Riemen- Umdrehung versetzt wird. Das Wasser durch das vom Boden bis zur Mitte rei- startig gestaltete Rohr angesaugt und durch an der Peripherie befindliche und an einer sche erkennbare Rohr, beziehentlich vermit- an dasselbe angeschraubten Röhrenleitung

Fig. 3 zeigt eine ähnliche, wiewol mit abweichend construirten Schaufelrade con- pe von Schiele, welche mit einer liegen- st auf eine scheibenförmige Kurbel und eine d armirte Kurbelwelle wirkenden Dampf- constructive Verbindung gebracht und hier ur hinten sichtbar ist. Und Fig. 9 auf eigt eine sogenannte Schneckenhaus- welche von einer kleinen verticalen Dampf- t oben angebrachtem Dampfcylinder direct).

Die Schaufeln erhalten auch eine schraubenförmige Gestalt, oder das Rad geht in eine völlige Schraube über, oder wird endlich aus Röhren zusammengesetzt, welche schraubenförmig gewunden sind.

In allen diesen Constructionsformen besteht jedoch ein Zwischenraum zwischen dem Rade und dem Gehäuse, sodaß im Ruhezustande, sofern nicht Ventile angewendet werden, ein Rückfluß des Wassers durch diesen Zwischenraum stattfindet, und bei bedeutender Druckhöhe auch während des Ganges so viel Wasser zurückfließt, als von den Schaufeln in die Höhe getrieben wird, mithin gar keine Wasserförderung erfolgt. Diese Centrifugalpumpen und Schraubenpumpen sind daher nur innerhalb gewisser Grenzen hinsichtlich der Druck- oder Hubhöhe anwendbar und haben mit zunehmender Druckhöhe einen beständig kleiner werdenden Wirkungsgrad, sodaß ihre Anwendung nur für geringe Förderhöhen zweckmäßig ist.

Dem beregten Uebelstande zu begegnen, hat man Constructionen hergestellt, bei welchen die Schaufeln, oder allgemeiner gesprochen die Umfänge der eigenthümlich geformten Räder oder rotirenden Kolben die innern Gehäusewandungen in engem Anschlusse berühren, und nennt diese Constructionsarten Rotationspumpen.

Eine Vorstellung von der innern Einrichtung derselben verschaffen die in Fig. 3, in Fig. 7 und Fig. 11 auf Taf. 30 dargestellten Rotations-Dampfmaschinen.

Auch werden, wie Fig. 6 und 7 auf Taf. 20 vor Augen legen, anstatt eines einzigen Rades oder eines einzigen rotirenden Körpers deren zwei in einem Gehäuse angebracht, sodaß, allgemein gesprochen, die Kapselräder-Construction entsteht. Die Wirkungsweise derselben ist zu erkennen, wenn man sich die Räder in der Richtung der in Fig. 7 eingezeichneten Pfeile mittels zweier äußerlich auf deren Achsen angebrachten Zahnräder umgedreht denkt und beachtet, daß der unten sichtbare Rohrstutzen zum Anschluß an das Saugrohr und der obere zum Anschluß an das Druckrohr bestimmt ist. Durch die bezeichnete Drehung der Räder wird der unmittelbar über der Saugöffnung befindliche innere Raum erweitert, hierdurch anfänglich eine Luftverdünnung und ein Eindringen von Wasser verursacht; dieses Wasser wird von den nachfolgenden Zähnen der Räder ergriffen und in der Richtung der Pfeile gehoben; durch die im weitern Verlaufe der Umdrehung folgende Zahnlücke wird abermals eine Vergrößerung jenes Raums bewirkt, abermals eine neue Quantität Wasser angesaugt und auf diese Weise das Spiel fortgesetzt, sodaß schließlich ein Wasserstrahl continuirlich unten zum Zufluß und oben zum Abfluß gebracht wird.

Aehnlich ist die Wirkungsweise der in Fig. 6 auf Taf. 20 dargestellten Pumpe von Behrens, welche das Saug- und Druckrohr zur Linken und zur Rechten aufnimmt und ebenfalls durch zwei äußerlich angebrachte Zahnräder bewegt wird.

Auch gibt es derartige Pumpen, bei denen die innern Rotationskörper genau die Form von Zahnrädern haben und wie diese ineinandergreifend einander bewegen, sodaß der Eindruck erweckt wird, als ob in Fig. 6 oder 7 die innern rotirenden Körper einfach in Wegfall gebracht und an deren Stelle die äußerlich vorhandenen Zahnräder verlegt wären. Eine dieser Construction ähnliche Bauart hat sogar den historischen Vortritt vor allen andern Kapselrad-Pumpen, nämlich die aus der Zeit des Dreißigjährigen Kriegs stammende sogenannte „Pappenheimiania".

3. Strahlpumpen, Injectoren und Ejectoren.

Wenn ein Wasserstrahl in ein Rohr zum Ausfluß gebracht wird, welches weiter ist als der Querschnitt des Strahls, jedoch nicht so viel weiter, als daß nicht in einiger Entfernung von der Ausflußöffnung ein Anschluß des ausgeflossenen Wassers an die Wandungen des Rohrs stattfände, so bildet sich zwischen dem Strahle und den Rohrwandungen ein luftverdünnter Raum, sofern das Rohr an dieser Stelle allseitig geschlossen und dicht ist. Wird jedoch an dieser Stelle in dem Rohre eine Oeffnung angebracht, so findet ein Ansaugen von Luft statt, d. h. der äußere Atmosphärendruck preßt beständig Luft ein, welche von dem Wasser mit fortgerissen wird. Und bringt man an derselben Stelle ein Rohr an, welches in eine tiefer befindliche Wassermasse eintaucht, so wird von dieser Masse eine Quantität Wasser angesaugt, oder, genauer gesprochen, ebenfalls von dem äußern Atmosphärendrucke eingepreßt und von dem Wasserstrahl mitgenommen.

Auf dieser hinsichtlich ihrer ursachlichen Entstehung mit den Lehren der Mechanik und den empirischen Gesetzen der Hydraulik nachweisbaren Erscheinung beruht die Construction und Wirkungsweise der sogenannten Strahlpumpen.

Es ist nicht erforderlich, daß der motorische Strahl ein Wasserstrahl sei, ebenso wenig wie es nöthig ist, daß die angesaugte Masse einer bestimmten tropfbaren oder gasförmigen Flüssigkeitsart angehöre. Vielmehr kann jede beliebige tropfbare Flüssigkeit, Dampfart oder Gasart sowol den Rang des motorischen Strahls als die Stelle der bewegten Masse einnehmen, sodaß eine große Anzahl von aus entsprechenden diesfälligen Combinationen hervorgehenden Constructionen möglich ist und in neuerer Zeit zur Ausführung gebracht wurde.

Das auf den Hüttenwerken als Gebläse- oder Wettermaschine verwendete Wassertrommelgebläse, in welchem der motorische Strahl Wasser und das angesaugte, beziehentlich comprimirte Fluidum Luft ist, möchte wol die älteste derartige Vorrichtung sein.

Hervorragendes Aufsehen unter den Technikern hat jedoch, namentlich wegen seiner eigenthümlichen Verwendbarkeit zum Speisen der Dampfkessel derjenige nach diesem Princip construirte Apparat erweckt, welcher in der neuern Zeit (1857) erfunden wurde und nach seinem Erfinder der Giffard'sche Injector genannt wird. Dieser Apparat ist auf Taf. 29 in Fig. 10 dargestellt und zwar in einem horizontalen Längsdurchschnitte.

Der motorische Strahl ist hier Dampf, welcher mittels eines Rohrs durch den am weitesten nach rechts angebrachten seitlichen Rohrstutzen zugeleitet wird. Die angesaugte Flüssigkeit, welche mittels eines nach abwärts geleiteten Rohrs durch den andererseits in der Mitte angebrachten Stutzen einfließt, ist Wasser. Dieses Wasser condensirt, verdichtet, den Dampf und wird von dem aus dieser Condensation hervorgegangenen Wasser in die in der Längenachse des Apparats angeordnete konische Verjüngung mitgerissen, aus welcher das Gemisch in eine ebenfalls in der Längenachse angeordnete und in nur geringem Abstande von der erstern sich fortsetzende Röhre übertritt und durch dieselbe nach Aufdrückung eines linkerhand angebrachten Tellerventils in den Dampfkessel gelangt, welchem selbst der motorische Dampf entnommen wird.

Die Abbildung läßt rechterhand zwei mittels Griff und Handrad verstellbare Schrauben erkennen. Mittels der erstern kann ein hohler, an seinem linken Ende sich konisch zuspitzender cylindrischer Bestandtheil in der Achsenrichtung verschoben werden; mittels der andern mit Handrad versehenen ist eine in einem Hohlcylinder angebrachte, ebenfalls konisch zugespitzte Spindel verstellbar. Mit Hülfe dieser letztern Vorrichtung wird die Dicke des ausfließenden Dampfstrahls und der Zufluß des Dampfes regulirt, welcher in den Hohlcylinder durch eine Anzahl von dessen Wandungen angebrachter Löcher gelangt. Der am weitesten nach links befindliche seitliche Rohrstutzen dient zum Abführen des bei ungenauer Regulirung seitlich entweichenden Wassers.

Das Gelingen der Wirkungsweise hat die Anordnung kalten, den Dampfstrahl condensirenden Wassers zur maßgebenden Voraussetzung und wird erreicht, wenn die Temperatur des angesaugten Wassers nicht 40 ° beträgt. Der beim Uebertritt von der bezeichneten konischen Verjüngung in der vor dem Abführungsstutzen befindlichen Röhre betrachtete Strahl des Gemisches erscheint milchig getrübt, ja hat sogar das Aussehen eines feststehenden weißen Bergkrystallstabes.

Diese und ähnliche eigenthümliche Erscheinungen und namentlich der auffällige, in der Condensation des Dampfes und dem innern Verbrauche von Kraft beruhende Umstand, daß die Einpressung des angesaugten Wassers in denselben Kessel gelingt, aus welchem der motorische Dampf entnommen wird, verleihen diesem Giffard'schen Injector die höchste Bewunderung. Neuerdings ist eine Unzahl von Abänderungen, Verbesserungen und Vereinfachungen entstanden, sodaß das hier dargestellte Exemplar ist etwas einfacher als das Original construirt; für einen der einfachsten und besten gilt der Krauß'sche Injector, welcher nicht die einzige der oben beschriebenen Regulirungsvorrichtungen an sich trägt, und in gleicher Weise hat der vorzüglich erfundene Apparat das Signal zu der Erfindung einer beträchtlichen Anzahl anderer, für andere Sonderzwecke geeigneter, aber auf dem gleichen Principe beruhender Strahlpumpen gegeben. Der gebotene enge Raum verstattet jedoch nicht ein näheres Eingehen auf diese neuern Formen, von denen nur der Ejector erwähnt sein mag, welcher mittels eines aus dem Abgangsdampfe der Dampfmaschine bestehenden motorischen Strahls das Wasser lediglich zum Behufe der Condensation dieses Abgangsdampfes und der daraus hervorgehenden Bildung eines leeren Raums anzusaugen hat.

4. Feuerspritzen, Bewässerungs- und Besprengungsvorrichtungen.

Die bereits theilweise als eine Combination der Pumpe mit einer motorischen Maschine bezeichnete Fig. 8 auf Taf. 20 schließt noch eine weitere Combination in sich, nämlich die der Wassertransportmaschine, der Pumpe, mit einer andern Transportmaschine, mit einem Fahrzeuge. Diese Doppelcombination von Transportmaschinen mit einem Motor und dem zum unmittelbaren Angreifen eines Motors geeigneten Mechanismus wird meistens zum Transporte des Wassers und der Pumpe an den Ort eines Brandfeuers und zum weitern Transporte des Wassers mittels einer schlauchartigen Röhrenleitung bis an die Brandstelle verwendet; sie ist die bekannte Feuerspritze.

Fig. 3 auf Taf. 20 stellt die sogenannte Dampffeuerspritze dar, also eine Combination der Pumpe sammt schlauchartiger Röhrenleitung mit einem Fahrzeuge und einer Dampfmaschine. Vorn auf dem Wagen unter dem Kutscherſitze ist die Pumpe mit seitwärts erkennbaren Windkessel angebracht, hin-

maschine mit ihrem verticalen Kessel und
barem Schornsteine. In der Mitte des Wa-
ine Anzahl von Schläuchen und zwischen
nd dem Kutscherbocke ein Kasten zur Auf-
von Werkzeugen und Utensilien angeord-
größern Städten wird der Kessel einer sol-
sspritze auf die telegraphische Anzeige vom
eines Feuers sofort mit vorräthig gehalte-
Wasser gefüllt und angeheizt, sodaß sich
end der Fahrt nach der Feuerstelle der mo-
mpf entwickeln kann.

Feuerspritzen ist nicht nur der Transport
s an die brennende Stelle, sondern auch
itung desselben über dieselbe Bedingniß, was
ckelung eines Strahls bewirkt wird, welcher
den Zweck erreichen läßt, dem Orte der
n gesicherterer Entfernung beikommen zu
das Wasser auch durch Stoß und somit
zerstörend auf die in Brand gerathenen
zur Einwirkung zu bringen. Zur Entwicke-
gleichmäßigen Strahls ist namentlich bei
penarten das Vorhandensein eines Wind-
wendiges Erforderniß.

ines eine leichtere und aus größerer Ent-
führbare Verbreitung des transportirten Was-
nden Strahls wirksam zu werden, diese
ht man auch mit manchen Bewässerungs-
ngungsvorrichtungen zu lösen, wenn deren
ise über die einfache Wirkungsweise einer
oder eines mit Brause versehenen fahrba-
fasses hinausgehen soll. Eine in einen
gesetzte Pumpe mit Schlauch und strahl-
Mundstücke ist der Anfang zu einer ver-
esserung. Neuerdings stellt man jedoch, wie
Fig. 5 zeigt, eine Combination her zwischen
aren und mit strahlbildendem Mundstücke
Schlauche und der Pumpmaschine des städ-
erwerks, indem man besagten, auf einer
versehenen Trommel mittels des Fahrens
wickelbaren Schlauch mit einem der soge-
ranten der Wasserleitung durch Verschrau-
indung bringt.

maschinen für luftförmige Körper.

(Tafel 20 und 21.)

davon, daß der Transport von Luft aus-
(für unterirdische oder unterseeische Zwecke)
en Behältern mit Anwendung von Fahr-
t wird, entsteht das Verlangen nach einem
er uns überall umgebenden und überall
atmosphärischen Luft in den Fällen, wenn
ner Raum völlig oder theilweise von Luft
reichlicher und dichter, als es ohne An-
ftlicher Mittel möglich ist, mit Luft ge-
soll, und wenn die Fortschaffung unrein
nd die Herbeischaffung reiner Luft oder
ng von Gasen und Dämpfen mittels der
wird.

l, dessen man sich in allen diesen Fällen
en bedient, beruht auf der Anbringung
fangs- und Endpunkte des Transport-
enden Röhren- oder Kanalleitung und
rbringung einer Luftverdünnung an den
ndpunkten, oder einer Luftverdichtung an
n Anfangspunkten, beziehentlich sowol
dünnung als einer Luftverdichtung an
telle innerhalb der bezeichneten Röhren-
tung.

nsportirende Luft wird nach dem Orte
fungsverminderung verknüpften Luftver-
dünnung vermöge des atmosphärischen Drucks bewegt, und von dem Orte der mit Pressungsvermehrung verknüpften Luftverdichtung nach den Endpunkten des Transportwegs vermöge dieser Pressungsvermehrung getrieben.

Außer verschiedenen zur Hervorbringung solcher Luftverdünnungen und Luftverdichtungen angewendeten Mitteln, als der in Verbindung mit einer besonders zu diesem Zwecke geeigneten Anordnung und Lage der Leitungskanäle gebrachten Wirkung der Wärme (Ventilationsschachte, Schornsteine oder Essen) und als etlicher hydraulischer Vorrichtungen (Kettentrommelgebläse, Cagniardellen), benutzt man zu diesem Zwecke Maschinen, welche mit den für den Transport der tropfbaren Flüssigkeiten bestimmten sehr viel constructive Aehnlichkeit haben.

Da übrigens die bezeichnete Luftverdichtung und Luftverdünnung nicht nur zum Zwecke des Transportes, sondern auch zur Verrichtung etlicher technischer Operationen mittels dieser Maschinen bewirkt wird, so sind dieselben nicht nur zu den Transport-, sondern auch zu den Arbeitsmaschinen zu zählen.

1. Gebläse.

Diejenigen dieser Maschinen, welche in nächster constructiver Verwandtschaft zu den Kolbenpumpen stehen, sind die Cylindergebläse.

Auf Taf. 20 stellt Fig. 1 ein solches mit zwei stehenden Cylindern in Verbindung mit dem dasselbe bewegenden Wasserrade dar. Fig. 2 auf Taf. 20 zeigt dagegen ein solches mit einem liegenden Cylinder in Verbindung mit der dasselbe bewegenden Dampfmaschine.

Der eine im Durchschnitt dargestellte Cylinder der Fig. 1 läßt erkennen, daß, wie bei den doppeltwirkenden Pumpen so auch bei diesem doppeltwirkenden Gebläse, ein Scheibenkolben in dem feststehenden Cylinder hin- und herbewegt, und daß hierdurch bald auf der einen, bald auf der andern Seite des Kolbens mit Hülfe angebrachter Saug- und Druckventile (Blaseventile) eine Luftverdünnung und eine Luftverdichtung bewirkt wird. Infolge der erstern findet ein Einfließen der äußern Luft vermöge des atmosphärischen Drucks durch die Saugventile in den Cylinder statt, infolge der letztern wird die eingeflossene Luft durch die Druckventile in die Röhrenleitung gepreßt. Diese mitten zwischen beiden Cylindern angeordnete Röhrenleitung ist hier halb im Durchschnitt dargestellt und steht mit denselben sowol oben als unten in Verbindung.

Ebenso wie eine unmittelbar in das zu transportirende Wasser gestellte Pumpe eines Saugrohrs nicht benöthigen würde, so weist auch dieses an den Ort, wo die Luft aufgefangen werden soll, errichtete Gebläse eine Saugleitung nicht auf. Die Saugventile sind vielmehr (wie der nicht durchschnitten dargestellte Cylinder zeigt) unmittelbar im Deckel und im Boden angebracht, eine Anordnung, welche bei den Gebläsen meistentheils angetroffen wird. Auch die Druckventile befinden sich hier (durchschnittener Cylinder) in den Deckeln und den Böden. Diese Anordnung, ebenso wie diejenige der Saugventile, erfordert die Anwendung von mit Gegengewichten versehenen und in der Abbildung erkennbaren Doppelhebeln, welche auf den Zuschluß der Ventile hinwirken.

Uebrigens ist in der Fig. 1 das oberschlägige Wasserrad und der Kurbelmechanismus zu erkennen, welcher die rotirende Bewegung des Rades umzuwandeln und zu transmittiren hat. Die Doppelexistenz der Cylinder hat den Zweck, ein gleichförmiges Einströmen der Luft in die Gebläseleitung (Windleitung) bewirken

zu lassen, zu welchem Zwecke jedoch außerdem noch die Kurbeln gegeneinander verstellt sein müssen.

In Fig. 2 auf Taf. 20 ist der Gebläsecylinder linkerhand, der Dampfcylinder in der Mitte und die Kurbel mit Welle und Schwungrad rechterhand zu erkennen.

Der Dampfkolben hat hier eine aus beiden Endseiten des Cylinders hervorragende Stange, welche rechterhand den Kurbelmechanismus ergreift und linkerhand mit der Stange des Gebläsekolbens verbunden ist. Letztere ist behufs der durch die Schwere des Gebläsekolbens beeinträchtigten Geradführung bis auf die andere Seite des Cylinders verlängert und hier von einem auf Geleisen hin- und herbewegten Kreuzkopf unterstützt. Der genannte Bau ruht auf einem horizontalen gußeisernen Fundamente, welches mittels etlicher unterwärts (abgebrochen) sichtbaren Schraubenbolzen mit einem steinernen Fundamente verankert wird. Uebrigens gilt diese Gebläsemaschine, auf dem Eisenwerke von Gilkes und Comp. in Middlesborough aufgestellt, unter allen mit horizontalen Cylindern gebauten für die größte der Welt. Der Gebläsecylinder ist 2,75 Meter, der Dampfcylinder 1,3 Meter im Durchmesser, beide haben 2,75 Meter Hub, arbeiten mit 2 Meter Geschwindigkeit in der Secunde und bewegen eine Luftmenge von 700 Kubikmeter in der Minute.

Ein Vergleich dieser mit der in Fig. 14 auf Taf. 19 dargestellten Dampfpumpmaschine wird die fast völlige Identität in der constructiven Aehnlichkeit dieser beiden Gattungen von Transportmaschinen vor Augen legen. Auch hier tritt der Kurbelmechanismus mit Schwungrad als ein rotirender Nebenmechanismus auf, welcher lediglich zur Sicherung der Vollhubigkeit der Kolben angebracht ist, und welcher, wie bei den Pumpen, auch in Wegfall kommen kann. Und wenn hier ein Windkessel nicht sichtbar ist, so wird doch ein solcher, wie bei den Kolbenpumpen, auch hier angewendet, erhält jedoch die Benennung eines Windregulators, weil sein Zweck weniger in der Vermeidung von Stößen als in einem Reguliren der ausfließenden Luftmengen besteht. Aus gleichen Gründen, wie bei den Kolbenpumpen der Windkessel, wird dieser Windregulator ganz oder zum Theil entbehrlich zu machen versucht durch die Anbringung mehrerer mittels gegeneinander verstellter Kurbeln bewegter Kolben, wofür Fig. 1 auf Taf. 20 ein Beispiel liefert.

Auch die Ventile, häufiger jedoch als bei den Pumpen durch Schieber ersetzt und in Klappenform aus Leder oder Kautschuk construirt, erhalten fast alle die Formen, welche bei den Pumpen angewendet werden, und somit auch, bei Gebläsen von bedeutendern Dimensionen, die aus vielen Einzelheiten zusammengesetzte Construction, wovon Fig. 7 auf Taf. 19 ein Beispiel liefert.

Diese Hargreave'schen Ventile sind im vorliegenden Falle an einem Gebläse mit zwei Cylindern angebracht gedacht, welche zur Rechten und zur Linken der Figur an die dargestellte Construction sich anschließen. In der Mitte der Abbildung ist das Druckrohr (die Windleitung) halb durchschnitten und ein Drittel abgebrochen dargestellt. Rechterhand von der Mittellinie zeigt sich die Vorderansicht der Deckel dieses Rohrs und derjenigen der Ventilkasten, und linkerhand ist oben das Druckventil, unten das Saugventil im Querschnitt dargestellt. Lange cylindrische Walzen von kreisrundem Querschnitt, aus hohlen Metallröhren bestehend, welche von vulkanisirtem Gummi oder sonst einem elastischen Stoffe umhüllt sind, bilden die Elementarventile. Dieselben ruhen auf langgestreckt rechteckigen Ventilsitzen und sind von Bügeln überdeckt, welche den Hub derselben begrenzen.

Die Kolben, welche im wesentlichen denen der Kolbenpumpen sehr ähnlich construirt sind, werden mit einer mittlern Geschwindigkeit von 1 bis 2 Meter secundlich in den Gebläsecylindern bewegt, und die Windleitungen erhalten eine Weite, daß die Luft mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 20 Meter per Secunde darin abfließt.

2. Rotirende Kolbengebläse und Ventilatoren.

Aehnlich den auf Taf. 30, Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 9, und 11 dargestellten rotirenden Dampfmaschinen, ähnlich den auf Taf. 20 in Fig. 6 und 7 dargestellten Rotationspumpen, werden auch Gebläse mit rotirenden Kolben oder von Kapselräderconstruction angewendet. Eine neuerdings viel genannte, jedoch unter der Bezeichnung Ventilator belegte Construction dieser Art von Roots, ähnlich wie Fig. 7 auf Taf. 19, aus zwei Rotationskörpern bestehend, wovon jeder die Form einer Hälfte des in Fig. 7 rechts- oder linkerhand befindlichen Rades, also die Form einer 8 hat, soll in vielen Fällen einen bedeutend günstigen Wirkungsgrad geliefert haben.

Auch gehört das für Grubenzwecke mit gutem Erfolge angewendete Wetterrad von Fabry hierher.

Häufiger jedoch sind die Centrifugalventilatoren im Gebrauch. Ganz ebenso wie viele Centrifugalpumpen construirt, bestehen sie aus einem Gehäuse umschlossenen und mit etlichen gerade, gekrümmten oder eigenthümlich geformten Flügeln versehenen Rädern, welche in rasche Umdrehung versetzt werden und welche hierdurch ein Verdichten und Fortschleudern der im Gehäuse enthaltenen Luft durch eine peripherisch ausmündende Röhrenleitung und dadurch ein Ansaugen frischer Luft durch die central im Gehäuse angebrachten Oeffnungen bewirken.

Die Flügelräder der kleinsten Sorten dieser Ventilatoren haben keinen größern Durchmesser als etwa 0,2 Meter und werden mit 8000 bis 10000 Umdrehungen per Minute bewegt.

Eine Mittelsorte von Sturtevant ist in Fig. 1 bis 3 Taf. 21 dargestellt und zeigt mehr die äußere als die innere Einrichtung.

In Fig. 3 auf Taf. 21 zeigt sich dagegen der Schiele'sche Ventilator sowol in seiner äußern Form, als mit seiner innern Einrichtung.

Das Flügelrad ist hier nicht wie in Fig. 1 vertical, sondern horizontal, also die Welle lothrecht stehend angeordnet. Die Luft dringt nach der Richtung der eingezeichneten Pfeile sowol durch etwa vorhandene unten central angebrachte Oeffnungen und wird durch das in der Mitte unterbrochene Flügelrad in das peripherisch angeordnete Druck- oder Blaserohr geschleudert. Uebrigens aber wird dieser Ventilator mittels einer in directe Verbindung mit ihm gebrachten, vorzugsweise auf der Flügelwelle befestigten Dampfturbine bewegt, welche am Fuße der rechterhand befindlichen Durchschnittsabbildung als ein schmales, mit Schaufeln versehenes Rad sich darstellt und für den das linkerhand sichtbare Rohr für den einströmenden und das rechterhand erkennbare Rohr für den ausströmenden Dampf angebracht ist.

Eine Constructionsform von sehr großem Kaliber, der in Fig. 10 auf Taf. 21 zu Dreiviertel im Querschnitt abgebildete Ventilator von Guibal, wird neuerdings häufiger zu der Ventilation von Bergwerken (Gruben) und auch von langen Tunneln angewendet wird. Seine Größe ist so bedeutend (11 Meter Durchmesser), daß die vor ihm angebrachte Be-

npfmaschine, welche direct auf eine an seiner Rad-
le befestigte Kurbel wirkt, verschwindend klein gegen
erscheint. Das Gehäuse und ebenso die am Um-
ge desselben sich fortsetzende Kanalleitung ist hier
s Mauerwerk hergestellt, das Flügelrad dagegen aus
z gezimmert, indem an dem Umfange von drei
eckigen eisernen Rosetten parallel zu den Durch-
sern des Gehäuses Balken befestigt und, vom Um-
ge an bis auf eine gewisse Strecke central ein-
rts, quer mit Bretern belegt sind.

Ebenso wie bei den Centrifugalpumpen statt der
gelräder Schraubenräder angewendet werden, gibt
auch Ventilatoren mit Schraubenrädern.

Von einer nur aus schraubenförmigen Schaufeln
ildeten Construction erhält man eine Vorstellung
ch Betrachtung des auf Taf. 24 in Fig. 6 dar-
ellten Turbinenrades, welches ebenso wie das zuletzt
ähnte Vollrad in der kreisrunden Oeffnung einer
uer oder auch in der Achsenrichtung eines Kanals
ebracht werden kann. Und ferner zeigt Fig. 8 auf
. 21 ein solches aus vier schraubenförmigen Schaufeln
ildetes Rad. Jedoch stellt diese Abbildung einen,
b in anderer, nachfolgend geschilderter Beziehung
enthümlichen Ventilator dar.

Ebenso wie die Centrifugalpumpen eine beträchtliche
isse des fortbewegten Wassers durch die zwischen
n Schaufelrade und den innern Wandflächen des
häuses bestehenden Zwischenräume rücklaufen lassen,
weicht auch bei den Ventilatoren durch eben diese
ischenräume sehr viel Luft, sodaß es aus diesem
unde nicht möglich ist, die Compression und Spannungs-
mehrung über ein gewisses Maß hinaus zu steigern
d keinenfalls bis zu einem mittels eines Gebläses
eichbaren Grade. Zur Beseitigung dieser Unvoll-
mmenheit hat man mehrere Ventilatoren hinterein-
der aufgestellt und zwar derartig, daß der folgende
Luft ansaugt, welche sein Vorgänger bereits verdich-
hat.

Eine solche Construction mit Schraubenrädern zeigt
genannte Fig. 8 auf Taf. 21. Die Anzahl der hin-
einander angebrachten Ventilatoren beträgt hier vier.
e innere Einrichtung eines jeden ist aus dem halb-
chschnitten dargestellten ersten dieser Ventilatoren
chtlich. Die im Durchschnitt als gerade verticale
ie sich darstellende scheibenförmige Platte theilt den
ern Raum des Gehäuses in zwei Hälften, läßt aber
Umfange so viel Zwischenraum, daß die central
dringende und von dem Schraubenrade peripherisch
geschleuderte Luft durch denselben in die andere
heilung entweichen kann, von wo sie alsdann durch
e central angelegte Oeffnung in den Flügelraum des
iten Ventilators gelangt. Sämmtliche Schrauben-
er sind auf ein und derselben Welle angebracht,
che mittels der rechterhand erkennbaren, kleinen
menscheibe in Umdrehung zu versetzen ist.

Die Luftverdichtung wird mit Hülfe dieses Ventila-
s, kurz gesprochen, „multiplicirt" und derselbe daher
ltiplicationsventilator genannt.

3. Saugstrahlventilatoren und Exhaustoren.

Nach dem Principe der Strahlpumpen wird eine
richtung getroffen, bei welcher der mit einer Düse
sehene Blasehals eines Ventilators oder eines Ge-
ses in der Längsrichtung eines relativ weiten Ka-
s ausmündet. Mittels des ausströmenden Luft-
hls wird Luft durch eine an der Stelle der be-
hneten Einmündung in den Kanalwandungen an-
rachte Oeffnung gesaugt und mit dem alsdann sich
gsamer fortbewegenden Strahle gemischt. Eine der-
ige zum Transport der Luft geeignete Einrichtung war z. B. bei der Ventilationsanlage des pariser Welt-ausstellungsgebäudes von 1867 angewendet und ist ebenfalls bei der Ventilationsanlage des interimistischen deutschen Parlamentshauses im Gebrauch.

An Stelle des Luftstrahls wird bei den Wassertrommelgebläsen ein Wasserstrahl, und bei den Blaseröhren oder Exhaustoren der Locomotiven und Locomobilen ein Dampfstrahl angewendet. Die Art der Anbringung eines solchen Exhaustors an der Locomotive zeigt Fig. 13 auf Taf. 32, in welcher d die Esse, c die Rauchkammer und h der Exhaustor ist. Derselbe besteht aus einem düsenartig verjüngten, mittels eines Mechanismus vom Führerstande aus theils oder gänzlich verschließbaren Rohre, welches den aus den Cylindern abströmenden, also verbrauchten Dampf aufnimmt und denselben in der Axenrichtung der Esse d ausstößt. Hierdurch wird in der Rauchkammer c eine Luft- oder Gasverdünnung, beziehentlich eine Druckverminderung bewirkt und infolge davon der stärkere atmosphärische Druck in die Lage gebracht, frische Luft durch den Rost zu pressen.

Eine ganz gleiche Wirkung, nur in schwächerm Grade, wird im Falle des Nichtvorhandenseins von verbrauchtem Dampf, also im Ruhezustande der Locomotive, auch durch ein in der Figur erkennbares Röhrchen hervorgebracht, welches in die Esse frischen Kesseldampf einführen läßt.

Motoren oder Kraftmaschinen.

Unter Motoren versteht man diejenigen physikalischen Elemente oder diejenigen Elementareigenschaften der Natur, welche als Ursachen der Bewegung auftreten oder die Ursachen der mechanischen Arbeit sind.

Diejenigen Körper, an welchen diese Elementareigenschaften haften oder welchen dieselben mitgetheilt werden können, welche also gewissermaßen als Träger derselben dienen, heißen motorische Substanzen.

Mechanische Vorrichtungen, durch welche die Motoren und motorischen Substanzen nutzbar gemacht werden oder durch welche den motorischen Substanzen die denselben innewohnende mechanische Arbeit entzogen und in brauchbare Arbeitsarten umgewandelt wird, heißen motorische Maschinen.

Insofern aber die motorischen Maschinen andern Maschinen oder Maschinenanlagen als Beweger dienen, werden auch sie kurzweg Motoren genannt.

Zu den Motoren im eigentlichen, zuerst bezeichneten Sinne des Wortes werden in der Regel gerechnet:

Die Muskelkraft von Mensch und Thier,
die Federkraft,
die Schwerkraft,
die Windkraft,
die Dampfkraft,
die Expansivkraft und
der Elektromagnetismus.

Allein nach Maßgabe der neuern physikalischen Anschauungen müssen alle diese aufgezählten Motoren als die Wirkungen einer einzigen Ursache, also eines einzigen Urmotors angesehen werden, welcher die wechselseitige Anziehungskraft oder die Attractionskraft ist.

Obwol die Chemie eine Vervielfältigungsarbeit verrichtet hat, indem sie aus den vier antiken Elementen des Stofflichen an die siebzig moderne entwickelte, so sind doch die übrigen Zweige der Naturwissenschaften entschieden unitiv verfahren, und indem der Darwinismus die unendliche Menge von Arten, von denen jede zeither als das abgegrenzte Zeugungswerk eines separaten Schöpfungsactes galt, in einige wenige Ur-

arten oder gar nur in deren eine einzige zusammenschmilzt, so gelangte die Physik auf ihrem Forschungswege zu dem Ergebniß, daß die vielen Elementarkräfte, „welche sonst die Welt regierten", nicht eigentlich Elementarkräfte sind, sondern als Wirkungen einer ihnen allen gemeinschaftlichen Urelementarkraft angesehen werden müssen. Magnetismus, Elektricität, Wärme, Licht, für nichts anderes gelten jetzt diese Kräfte oder vermeintlichen imponderabeln Stoffe, als für die Wirkungen derjenigen Urkraft, welche jeden terrestrischen Gegenstand zusammenhält, welche alle diese Gegenstände an den Erdball fesselt, welche unsere Planeten um die Sonne kreisen macht und welche die Sonnen mit ihren Systemen in den Räumen des Kosmos umhertreibt — der wechselseitigen Anziehungskraft.

Und so ist es auch diese Urkraft, welche als Urmotor für die oben aufgezählten sogenannten Motoren substituirt werden muß.

Daß die Schwere und die Federkraft nichts als Wirkungen der Anziehung sind, letztere die der Anziehung der einzelnen Molecule des federnden Körpers und erstere die der Anziehung der Summe von Moleculen, aus denen unser Erdball zusammengesetzt ist, bedarf weiter keiner Erörterung. Die Dampfkraft aber, ebenso wie die Expansivkraft der Gase ist zunächst eine Wirkung der Wärme und diese wieder eine Wirkung der Anziehungskraft der Atome oder des atomistischen Aethers. Durch die moleculare Anziehungskraft werden gewisse Bewegungen der Atome oder des Aethers der Atome hervorgerufen, welche diejenigen Erscheinungen bewirken, welche wir Wärmeerscheinungen nennen. Ebenso hat sich der Elektromagnetismus als ein gewisser Bewegungszustand der Atome oder des atomistischen Aethers erwiesen, ist also ebenfalls die Folge jener Anziehungskraft, und endlich läßt sich auch die Muskelkraft, abgesehen von der spiritualistischen Hypothese einer eigenen Vitalkraft, vollständig auf das Urelement der Anziehungskraft zurückführen. Es bildet sich hier eine ziemlich verwickelte Combination von Wirkungen, welche sich aber sammt und sonders aus der genannten Grundursache herleiten lassen. Auch ist die Wasserkraft die Folge von mehrern Ursachen. Eine gewisse Menge Wassers, auf einer Höhe befindlich, vermag zwar allein durch das Walten der Erdanziehung eine dem Höhenbetrage entsprechende Arbeit hervorzubringen. Eine fortgesetzte Arbeitsleistung entsteht aber nur dann, wenn der Kreislauf dadurch geschlossen wird, daß das gesunkene oder herabgeflossene Wasser in die ursprünglich eingenommene Höhenlage wieder zurückkehrt. Die Naturkraft, welche in diesem Sinne thätig ist, ist die Wärme, und zwar die Sonnen- und Erdwärme, welche durch den Wechsel ihrer Intensität im Vereine mit der Erdanziehung Verdunstung und Verdichtung bewirkt. Der Gießbach, welcher von den Gebirgen herabstürzt, der Fluß, welcher auf der sanft geneigten Ebene seines Bettes niedergleitet, sie kehren in ihre Quellen zurück durch das Walten von Thau- und Regenbildung, sie werden wieder gehoben durch die verdunstende Wirkung der Sonnenwärme. Die Wärme ist aber vorhin angeführtermaßen die Wirkung wiederum der Anziehungskraft.

Auf Grund dieser Betrachtungen können mit der Benennung der motorischen Substanzen nicht alle Körper belegt werden, welche gemäß der eingängig aufgestellten Definition als die Träger der motorischen Kräfte bezeichnet wurden, denn die Attractionskraft haftet an allen Dingen; sondern nur diejenigen Stoffe sind **motorische Substanzen**, welche sich für die Entwickelung von mechanischer Arbeit qualificiren.

Als im weitern Umfange verwendbar für die mechanische Technik treten von diesen motorischen Substanzen auf:

1) die Muskeln von Mensch und Thier,
2) das Wasser,
3) der Wind,
4) der Dampf,
5) die erhitzte Luft und
6) das erhitzte Leuchtgas.

Insofern aber, außer dem Wasser, sämmtliche dieser genannten Stoffe nur vermittels der Erwirksam werden, und zwar nicht allein der durch natürlichen Wirkungen der Sonnen- und Erdwärme erregte Wind, sondern auch die durch den physischen Verbrennungsproceß entwickelte Muskelkraft, könnte man einfach lediglich zwei Gruppen von motorischen Substanzen nennen, nämlich:

die hydraulische Substanz und
die thermodynamische Substanz.

Aus dem gleichen Grunde würden die motorischen Maschinen oder kurzweg die Motoren nur in: hydraulische Motoren und thermodynamische Motoren eingetheilt sein.

Allein dem Gebrauche gemäß werden wol die Dampfmaschinen, die Heißluft- oder calorischen Motoren, die Gaskraftmaschinen zu der Klasse der thermodynamischen Motoren gezählt, nicht aber die Windräder, die physiologischen oder animalischen Motoren.

Physiologische Motoren.

Das Thier im Menschen und das Thier als solches vertreten die in diesem Kapitel abzuhandelnden motorischen Maschinen. Eine den übrigen Kapiteln analoge Behandlung würde daher, streng genommen, eine beschreibende Anatomie und Physiologie des Mensch und Thier verlaufen. In der That tritt die Analogie des arbeitenden Thiers zu der Dampfmaschine oder überhaupt zu einem thermodynamischen Motor noch drastischer hervor, als nach der nur kurzen Andeutung gemeint werden könnte, wenn das Geschäft des zergliedernden Vergleichs nicht näher eingegangen wird.

Dem Thiere muß, wie der Dampfmaschine, Brennstoff und eine kohlenwasserstoffhaltige Substanz zugeführt werden. Letztere erhält das Thier in der frischen Gestalt des Grases, der Blätter und des Heues, die Dampfmaschine oder der calorische Motor dagegen in der abgestorbenen Gestalt des Holzes oder der Kohle, gewordenen des Torfs, der Braun- und Steinkohle. Jedoch sowol im Thiere wie in der calorischen Maschine werden diese kohlenwasserstoffhaltigen Substanzen verbrannt; sie werden chemisch umgewandelt in Kohlensäure und Wasserdampf, welche aus beiden als Nebensächlichkeiten, ebenso wie die Excremente, als Aschen, abgeführt werden, während in beiden Fällen jene chemische Umwandlung oder Verbrennung Wärme entwickelt und diese Wärme sowol bei dem Thiere als bei der calorischen Maschine zum Theil durch die Abkühlung oder an den abgeführten Stoffen latent unverändert an die Außenwelt tritt, zum andern Theil aber in Kraft, oder besser gesagt, in mechanische Arbeit umgesetzt wird.

Aus der Kohlensäuremenge und Wasserdampfquantität, welche ein Mensch nach physiologischen Bestimmungen abführt, und aus der Arbeitsleistung, welche er nach technischer Beobachtung in der gleichen Zeit zu entwickeln vermag, hat man den Vortrefflichkeits- oder Wirkungsgrad berechnet, welchen der Mensch als thermodynamische Maschine aufweist, und ist zu einem gewiß interessanten und überraschenden Ergebniß gekommen, daß er die Dampfmaschine in dieser Be-

g um das vierfache übertrifft. Diese Berechnung eht sich jedoch nur auf den Ausnutzungsgrad der Innern dieser beiden verglichenen Motoren entwickel- Wärme, ist also nur wissenschaftlich richtig. Prak- aufgefaßt kommt wesentlich dabei die Thatsache Betracht, daß das Kohlenwasserstoffgebilde der Kar- el oder des Gemüses höher im Preise steht, als jenige des Holzes und der Steinkohle, oder daß nicht gelingen will, den Menschen wie die Dampf- schine mit Brennmaterialien zu nähren, ja daß der nsch obenein die Fleischkost beansprucht und ferner, t wie die Dampfmaschine nur zur Schmierung son- n auch zur Nahrung, der Fettstoffe bedarf.

Eine Theorie der Thiere vom Standpunkte der ther- odynamischen Maschinen mit Rücksicht auf ihren Ske- und Muskelbau analog der Theorie der Dampf- schine zu entwickeln, ist versucht worden, sogar schon sehr frühen Zeiten, 1660 von dem Italiener Bo- i. Die der ungetrübten Jugendfrische der mechani- n Wissenschaft entspringende Kühnheit dieses Ver- bs verhält sich jedoch zu dem erzielten Erfolge in icher Weise wie die Versuche der griechischen Phi- osophen, die Naturlehre a priori mit der Specula- n zu construiren, zu deren Resultaten, welche Galilei'sche Epoche der nur mühsam und allmäh- zur Erkenntniß vordringenden systematischen empi- chen Forschung aufnöthigten.

Auch die Erforschung des Thiers als Maschine ist llig empirisch geworden und die theoretische Behand- ng noch heutzutage als zweifellos unfruchtbar gänz- h beiseite geschoben.

Man hat zunächst beobachtet, daß der physiologische lotor eine sehr verschieden große mechanische Wirkung rvorbringt, je nachdem er an einer Kurbel zu drehen, einem Hebel zu drücken, an einem Seile zu zie- n, an einem Tummelbaume zu schieben, in einem ufrade zu gehen, in einem Sprossenrade zu steigen er in einem Tretrade zu treten hat. Man hat sich her genöthigt gesehen, ihn an jeder dieser Maschi- narten besonders zu untersuchen.

Man hat ferner gefunden, daß seine Arbeitsleistung sentlich abhängig von der Geschwindigkeit ist, mit lcher er drehen, schieben, heben oder treten muß, d daß die Anzahl und Dauer der ihm gegönnten holungspausen eine hervorragende Rolle mitspielt.

Im allgemeinen ist das Beobachtungsergebniß zum rschein gekommen, daß der physiologische Motor günstigsten mit derjenigen Geschwindigkeit arbeitet, lche *halb* so groß als die, wenn auch kraftlos, h. ohne Ueberwindung von Widerstand, von ihm sübbare größte Geschwindigkeit ist, und dieses sultat harmonirt völlig mit demjenigen, welches m nahezu in Betreff aller übrigen motorischen aschinen gefunden hat.

Als vortheilhafteste tägliche Arbeitsdauer hat sich r Mensch und Thier die Zeit von acht Stunden er- ben. Falls ihm nicht mehr zugemuthet wird, ver- htet er dann am meisten Arbeit, wenn er an der rbel mit 8 Kilogramm Druck und 0,8 Meter secundli- r Geschwindigkeit zu drehen hat, und wenn diese Zah- bezüglich des Hebels 5 und 1,1, betreffs des Tum- lbaums 13 und 0,6 und in Bezug auf das Tret- d 12 und 0,7 Meter genommen werden.

Am Göpel arbeitet das Pferd mit 44 Kilo Zug d 0,9 Meter secundlicher Geschwindigkeit, der Ochs t beziehentlich 65 und 0,6, der Maulesel mit 30 und 9 und der Esel mit 14 und 0,8 Meter am günstigsten.

Der größte ausübbare Druck ist viermal so groß, der den angegebenen Ziffern entsprechende.

Es bedarf nicht der betonten Hervorhebung, daß alle diese Angaben nur Mittelwerthe aus einer großen Anzahl sehr bedeutend voneinander abweichender Beobachtungszahlen sind und weder auf das erste beste Individuum noch auf jeden der sehr wechselvollen, geschweige denn besonders stimulirten Körperzustände desselben ohne weiteres passen.

Das Product aus dem ausgeübten Druck und der dabei dem Angriffspunkte ertheilten Geschwindigkeit pro Secunde heißt die *mechanische Arbeit* pro Secunde, oder kurzweg auch die *secundliche Wirkung*. Ist der Druck in Kilogrammen und die Geschwindigkeit in Metern ausgedrückt, so gilt für die secundliche Wirkung die Bezeichnung in Kilogrammmetern oder Meterkilogrammen; 75 solcher Kilogrammmeter werden auf eine dynamische Pferdekraft oder, besser gesagt, Pferde*stärke* gerechnet.

Nach den obigen Angaben leistet daher ein Pferd am Göpel eine secundliche Wirkung von $44 \cdot 0{,}9 = 39{,}6$ Kilogrammmeter, oder $\frac{39{,}9}{75} = 0{,}52$ dynamische Pferdestärken, sodaß etwa zwei Pferde zur Ausübung von einer dynamischen Pferdestärke erforderlich sind.

Ein Mensch verrichtet nach dem Obigen am Tummelbaume $12 \cdot 0{,}6 = 7{,}2$ Kilogrammmeter, oder $\frac{7{,}2}{75}$ = circa $^1/_{10}$ Pferdestärke, an der Kurbel $8 \cdot 0{,}9 = 7{,}2$ Kilogrammmeter, also ebenfalls $\frac{7{,}2}{75}$ = circa $^1/_{10}$ Pferdestärken Arbeit.

Es würden daher zur Entwickelung von einer dynamischen Pferdestärke sowol am Tummelbaum als an der Kurbel 10 Arbeiter erforderlich sein.

Göpelwerke, Tret-, Lauf- und Sprossenräder.

(Tafel 21.)

Die beiden durch Fig. 1 und 14 dargestellten *Göpel* für zwei Pferde vermögen nach dem soeben Gesagten eine Dampfmaschine von nur einer Pferdestärke zu ersetzen, während mittels der in Fig. 13 abgebildeten und für vier Pferde bestimmten Construction doppelt so viel Wirkung hervorgebracht werden kann.

Alle diese Göpel bestehen aus einem, zwei oder vier Zugbäumen oder Schwengeln aus Holz, an welche die Pferde gespannt werden, und aus einem mit denselben in Verbindung gebrachten Zahnräderwerke, welches lediglich die Bestimmung hat, der von dem Göpel zu betreibenden Transmissionswelle eine raschere Umdrehung zu ertheilen, als sie bei unmittelbarer Verbindung mit der direct von den Schwengeln bewegten Welle wegen des langsamen Ganges der Thiere annehmen würde.

Die Transmissionswelle erscheint auf Taf. 21 in Fig. 1 in einem unter der Pferdebahn angebrachten Kanale angeordnet, in Fig. 14 dagegen über dem Boden; dieselbe ist im letztern Falle, damit nicht die Thiere darauf treten oder darüber stolpern, an der Stelle der Pferdebahn mit einem Schutzbleche überdeckt und mit dem Göpel durch ein sogenanntes Universalgelenk verbunden, welches ein Verlegen derselben nach andern Richtungen gestattet.

Fig. 1 stellt einen feststehenden, von Mauerwerk umschlossenen Göpel dar, Fig. 14 einen transportabeln, auf einem aus einem Balkenkreuz gebildeten Fundamente zu befestigenden und Fig. 13 einen fahrbaren

(s. unter Kolbenpumpen). Die Construction der Fig. 14 von Barrett und Andrews erscheint dem Beschauer in Wirklichkeit äußerlich als ein völlig geschlossenes, ofenartiges Gehäuse, welches dem innerlich angebrachten Räderwerke Schutz gegen das Eindringen von Staub darbietet; in der Abbildung ist ein Theil sowol des Deckels als der Seitenwand durchbrochen dargestellt, damit ein Einblick in die innere Construction gewährt werde.

Die Tretscheibe, auf Taf. 21 in Fig. 4 dargestellt, ist gewissermaßen ein Göpel mit relativer Bewegung des motorischen Thiers zu der Bahn. Während bei den Göpeln das Pferd auf fester Bahn im Kreise herumgeht, dreht sich hier die Bahn unter dem feststehenden, d. h. an ein und derselben Stelle tretenden Thiere im Kreise herum und ist an der in Verbindung mit Zahnräderwerk zu bringenden Welle behufs deren Gedrehtwerdens entsprechend befestigt. Damit aber auch das Gewicht des Thiers zum Theil mitwirke, ist die Bahn und selbstverständlich gleichfalls die Welle geneigt angeordnet.

In ähnlicher Weise wie hier, jedoch noch völliger wird auf Taf. 21 in den Fig. 5, 6 und 7 das Gewicht des physiologischen Motors als Betriebskraft zur Verwendung gebracht, indem der Arbeiter sowol bei dem Tret- oder Treppenrade (Fig. 5), als bei dem Laufrade (Fig. 7) eine kreisförmige Treppe hinaufzusteigen bemüht ist und, an derselben Stelle bleibend, das mit dieser Treppe vereinigte Rad und dessen Welle in Umdrehung versetzt — indem er ebenso bei dem Sprossenrade (Fig. 6) eine kreisförmig gebogene Leiter zu erklimmen trachtet, jedoch durch Verbleiben an demselben Orte dieselbe sammt der mit ihr vereinigten Welle umdreht.

Inwiefern bei diesen Rädern das Gewicht des physiologischen Motors wirksam wird, erkennt man um so bestimmter durch die Vorstellung, daß neben denselben eine gewöhnliche feste Treppe angebracht sei, welche der Arbeiter völlig ersteige, um alsdann oben auf eine der Stufen oder Sprossen des Rades zu treten und durch ruhiges Stehenbleiben auf der Stufe mittels Niedersinkens das Rad zu drehen. In der That sind auch derartige Räder ausgeführt und unter Anwendung einer größern Anzahl bald die Treppe ersteigenden, bald am Rade sich niederlassenden Arbeiter mit günstigem Erfolge in Betrieb gesetzt worden, sodaß hier eine Combination der Muskelkraft und der Erdanziehung oder Erdschwere in gleicher Weise, wie bei den Wasserrädern, weiter oben erwähntermaßen, eine Combination der Sonnenwärme und der Erdschwere zu motorischer Wirkung ausgenutzt erscheint.

Wasserräder.

(Tafel 22.)

Das Wasser, von der Sonnen- und Erdwärme vermöge der Verdunstung auf die Höhenpunkte unsers Planeten gehoben und vermöge der Erdattraction wieder in die Thäler herniedergezogen, wird auf der letztbezeichneten Bahn dieses Kreislaufs zu motorischer Arbeit vermittels der Wasserräder auf Grund des ihm von jener Erdattraction ertheilten Gewichts, oder auf Grund der von dieser Naturkraft ihm eingeprägten sogenannten „lebendigen Kraft", oder endlich auf Grund der von letzterer Kraft herrührenden Stoßwirkung ausgenutzt.

Durch die erstere dieser Arten der Ausnutzung kann doppelt so viel Wirkung oder mechanische Arbeit erhalten werden als durch die letztere, sofern dem in der Technik üblichen Gebrauche gemäß angenommen wird, daß die volle ausnutzbare Wirkung [illegible] ducte aus dem Gewichte der herabfallenden masse und der Fallhöhe, dem „disponiblen gleichkomme. Man ist daher bemüht, die [illegible] artig zu construiren, daß das Wasser [illegible] fallshöhe hindurch vermöge seines Gewichts werde oder daß seine volle lebendige Kraft nutzung gelange. Steht jedoch der [illegible] kommenere Construction erreichbare Gewinnutzung nicht in Verhältniß zu dem durch vollkommnung bedingten Mehrkostenaufwand, man die einfachere Bauart vor.

Wie Taf. 22 vor Augen legt, bestehen die räder aus Radkränzen, welche durch [illegible] hentlich durch Rosetten mit in Lagern [illegible] in Umdrehung zu versetzenden Achsen [illegible] verbunden sind.

Die Radkränze sind entweder mit zellenartig aneinandergefügten Bestandtheilen [illegible] seln versehen, sowie bei einigen Arten [illegible] lichen, aus Mauerwerk, Zimmerung oder [illegible] stellten Gerinnen und Kröpfen theilweise [illegible]

Die Bauart im besondern ist von dem [illegible] Materiale abhängig, welches Holz, Eisen oder ein Gemisch von allen dreien sein kann.

Die Construction dagegen wird meistens Höhenlage des Einlaufspunktes für das Betriebswasser bedingt.

In dieser Hinsicht zeigt Fig. 1 ein Rad, welchem das Wasser oben einläuft oder oben [illegible] und welches daher ein oberschlägiges Rad wird, oder welches vom Wasser oben [illegible] wird und demnach oberschlächtiges Rad.

Fig. 2 stellt ein rückenschlägiges Rad, erhält diese Bezeichnung, weil das Wasser [illegible] dreiviertel Höhe zwischen Kopf- und Fußpunkt im Rücken desselben aufschlägt.

Das in Fig. 4 abgebildete, etwa in der [illegible] ner Höhe beaufschlagte Rad wird mittelschlächtig oder mittelschlägig genannt, und [illegible] unterschlägiges Rad.

An allen diesen Rädern kommen jeder [illegible] structive und bauliche, auf die Benutzung [illegible] übende Besonderheiten vor.

Fig. 1 ist ganz aus Eisen gebaut und [illegible] der schmiedeeisernen Achse A, welche [illegible] in einem im Mauerwerk verankerten [illegible] und auf jeder Seite, sowie in der Mitte [illegible] B trägt, an welcher die eisernen Arme [illegible] festigt sind. Es besteht ferner aus dem [illegible] systeme gehörigen Diagonalstangen, wie [illegible] stellt, aus einer größern Anzahl von [illegible] blechernen Schaufeln, welche zwischen den [illegible] zen und dem Radboden derartig angeordnet [illegible] lauter zellenartige Räume für die Aufnahme [illegible] sers gebildet werden, und endlich hat [illegible] der rechten Seite einen Zahnkranz, [illegible] das kleine Getriebe M eingreifen und [illegible] Bewegung auf die Welle M N fortpflanzen.

Auch das in Fig. 2 abgebildete rückenschlägige [illegible] ist völlig aus Eisen gebaut, hat aber [illegible] Arme, sondern statt deren Spann- und Suspensionsstangen, welche mit den [illegible] gußeisernen Rosetten und den gußeisernen [illegible] mittels Verkeilung verbunden sind. [illegible] ähnlich derjenigen der Fig. 1, ist [illegible] in Fig. 3 separat im Durchschnitt [illegible] rechterhand an dem rückwärts gelegenen kennbare Zahnkranz greift in die linke [illegible] Rädertransmission. Ueber dem linken

den Einlaufgerinne ist eine kleine mechanische Vor-
ung, im wesentlichen ein Centrifugalregulator mit
ehör, sichtbar, mittels dessen die Stellung des
ützen und somit der Zufluß des Wassers und die
chwindigkeit des Rades selbstthätig regulirt wird.
nebengezeichnete menschliche Figur soll eine Vor-
ung von der Größe dieses Rades geben, welches,
Betriebe einer Baumwollspinnerei zu Greenock in
ottland aufgestellt, in der That den enormen Durch-
ser von über 21 Meter für ein Gefälle von $19^1/_2$
ter hat und nur wenig kleiner ist als die größten
sserräder der Welt.

In dem in Fig. 4 abgebildeten, ganz aus Guß-
n hergestellten, jedoch mit hölzernen, quer über die
Umfange hervorragenden Gußtheile gelegten Schau-
versehenen Rade ist das Kropfgerinne oder
weg der Kropf ABE erwähnenswerth, mit wel-
n man einen Theil des Radumfangs umgibt, da-
das Wasser in den Schaufelräumen möglichst lange
leibe. Ein solcher Kropf wird fast nie bei oberschlägi-
, wol aber schon bei kleinen rückenschlägigen und stets
mittelschlägigen Rädern angeordnet und entweder,
hier, aus Holz gezimmert oder aus Eisen con-
irt oder auch gemauert. Der mittels einer Zahn-
ge D bewegliche Schützen S, welcher unten mit
r um einen Fixpunkt drehbaren Stange befestigt
wird Spannschützen genannt, und daher heißt
Rad ein mittelschlägiges Kropfrad mit Spann-
ützeneinlauf.

Anstatt das Wasser zwischen dem abgerundeten
origerinne und einer Spannschütze einlaufen zu las-
, wendet man auch Schützen an, welche das Was-
unten am Boden des Einlaufs abschließen und
r sich wegfließen oder wegfallen lassen; dieselben
den Ueberfallschützen genannt. Mit einem sol-
n Schützen ist das Fig. 5 abgebildete Rad verse-
, welches eine der Fig. 4 sehr ähnliche Bauart
ßt, jedoch hölzerne, in gußeisernen Rosetten steckende
me und einen hölzernen Radboden hat und außer-
, wie Fig. 2, mit einem mittels Centrirstangen
tral gehaltenen Zahnkranze versehen ist.

Die unterschlägigen Räder haben im allgemeinen
äußere Aussehen des in Fig. 4 dargestellten mit-
chlägigen, nur erscheint der Kropf sehr zusammen-
brumpft oder ist ganz in Wegfall gekommen, in
chem Falle das Gerinne ein Schnurgerinne ge-
nt wird, und das Rad eine hierauf bezügliche
eichnung erhält.

Das in Fig. 6 abgebildete unterschlägige Rad ist
ganz besonderer Art, nämlich das nach seinem
nder benannte Poncelet-Rad. Es hat, überhaupt
aus Eisen hergestellt, gekrümmte Blechschaufeln
solcher Construction, daß mit Hülfe des Spann-
ützens das Wasser fast seine ganze lebendige Kraft
dieselben abgeben muß. Die in dem untern,
chschnitten dargestellten Theile gezeichneten Con-
ctionslinien sollen die diesbezügliche Wirkungsweise
nschaulichen.

Eine ebenfalls erst aus der jüngsten Erfindungs-
che stammende, jedoch für größere Gefälle bestimmte
nstruction ist das in Fig. 8 dargestellte Rad von
ppinger, welches aus nur einem einzigen Kranze
und ausdaran einer- oder beiderseits befestigten lang-
reckten Blechschaufeln besteht, jedoch von oben bis
en von einem Mantel DEFGHK umschlossen wird.
ser Mantel, welcher übrigens das Wasser auch
wärts in die Schaufeln treten läßt, verhindert ein
weichen der Füllung der Schaufeln so lange, bis die-
en ihre tiefste Lage HG erreicht haben, weshalb ein sehr
er Ausnutzungsgrad oder Wirkungsgrad erzielt wird.

Auch das in Fig. 7 abgebildete Rad von Sagebien sucht die Wasserkraft völliger dadurch auszunutzen, daß es die ganze dem Wasser innewohnende lebendige Kraft aufnimmt, beziehentlich das Wasser ohne Gefällverluft, d. h. ohne Senkung des Wasserspiegels einfließen läßt.

Die bekanntere Construction von Sagebien hat mehr äußere Aehnlichkeit mit dem Poncelet-Rade (Fig. 6), läßt das Wasser aber nicht unter einem Spannschützen, sondern über einem Ueberfallschützen einlaufen. Da diese Constructionsart in vielen Fällen die Anwendung sehr großer Raddurchmesser, also sehr hoher und demnach theurer Räder, nöthig macht, so hat derselbe Erfinder das hier abgebildete, unter sonst gleichen Umständen mit geringerm Durchmesser ausführbare Rad erdacht. Freilich wird dasselbe wiederum kostspielig durch seine complicirte Bauart.

Wie der zu unterst dargestellte Grundriß zeigt, fließt das Wasser, anstatt wie gewöhnlich am äußern Umfange, an den beiden Seiten des Rades zu. Zur Erreichung dieses Zwecks mußten die Schaufeln eine eigenthümliche und nicht billig herzustellende Construction erhalten, durch welche jedoch der bereits angedeutete Vortheil erreicht wird. Eine Vorstellung von dieser Schaufelung erhält man durch Betrachtung auch der Aufrißzeichnung, in welcher der vordere Theil des Einlaufgerinnes im Durchschnitt dargestellt ist. Uebrigens läßt sich eine einseitige oder beiderseitige Beaufschlagung durch Oeffnung nur des einen oder aller beider in der Gabelung des Einlaufkanals angebrachten Schützen nach Belieben erreichen.

Als Ersatz für die Schiffsmühlenräder, welche, auf zwei geankerten Kähnen gelägert, mit ihren Schaufeln zum Eintauchen in den Stromstrich eines Flusses gebracht werden, hat Professor Colladon in Genf eine in Fig. 9 abgebildete Construction erfunden, welche man das schwimmende Rad oder kurz das Schwimmrad nennen kann. Der eigentliche Radkörper ist weiter nichts als ein äußerlich mit Schaufeln versehener Kessel aus Blech, welcher vermöge seines Hohlseins schwimmt und vermöge seiner Schaufelung vom fließenden Wasser in Umdrehung versetzt wird. Allein noch besonders beachtenswerth ist die Art der Lagerung dieses Radkörpers und die Verbindung desselben mit der Transmissionswelle. An einem aus Balken gezimmerten und im Grunde des Flusses befestigten Gerüste ist nämlich die Lagerung für die nach dem Ufer geleitete Transmissionswelle angebracht, und in der Achsenrichtung dieser Welle sind auch fixe Drehpunkte für zwei gußeiserne Träger angeordnet, zwischen und an welchem der kesselartige Radkörper ebenso wie eine denselben mit der Transmissionswelle verbindende Zahnräderübertragung angeordnet ist. Es läßt sich nach dieser Beschreibung ermessen, daß der schwimmende Radkörper den Schwankungen des Wasserstandes folgen wird, ohne daß die Unverrückbarkeit der Lage der Transmissionswelle hierdurch eine Beeinträchtigung erleidet. Uebrigens aber ist noch zu erwähnen, daß der Erfinder unter dem Rade ein ebenfalls schwimmendes Gerinne angebracht hat, und daß sowol hierdurch, als durch das Eintauchen des Radkörpers eine Verminderung des Flußquerschnittes, demnach eine Vergrößerung der Geschwindigkeit des Wassers und somit ein gesteigerterer Ausnutzungsgrad der Wasserkraft erreicht wird.

In Fig. 14 ist die Verbindung mittels Schrauben eines eisernen Armes mit dem eisernen Kranze eines Rades dargestellt, in Fig. 10 die Verbindung eines hölzernen Armes mit dem hölzernen Kranze, sowie ferner die Verbindung der aus blechernen Stoß- oder Setz-

schaufeln und aus hölzernen Riegel- oder Kropfschaufeln bestehende und mit Ventilationsröhren versehene Schaufelung mit dem Kranze. Die genannten Ventilationsröhren haben den Zweck, die bei den ober- oder rückenschlägigen Rädern in den Kübeln oder Zellen enthaltene und den Eintritt des Wassers effectvermindernd beeinträchtigende Luft durch Abführung derselben unschädlich zu machen.

Die Fig. 11, 12 und 13 zeigen in Durchschnittsansichten die Verbindungsweise des eisernen oder stählernen Zapfens mit beziehentlich einer hohlen gußeisernen, einer aus Blech hergestellten und einer hölzernen Welle, und die letztere Figur läßt außerdem die Befestigungsart einer mit Schrauben centrirten gußeisernen Rosette auf einer hölzernen Welle erkennen.

Turbinen.

(Tafel 23 und 24.)

Die Turbinen oder Kreiselräder (von turbo, turbinis, der Kreisel) lassen die Wasserkraft durch Stoß-, Druck- oder Reactionswirkung ausnutzen, und nie, wie die Wasserräder, unmittelbar durch das Gewicht. Sie bestehen, wie die Wasserräder, aus mit Schaufeln oder Röhren versehenen Rädern und Wellen, welche sie in Umdrehung versetzen. Während jedoch die Wasserräder das Aufschlagewasser an derselben Seite entweichen lassen, an welcher sie es in sich aufnehmen, so lassen die Turbinen dasselbe durch sich hindurchfließen, also entgegengesetzt von der Seite der Aufnahme entweichen. Die Turbinen erhielten ursprünglich nur vertical stehende Wellen, sodaß ihre Räder horizontal lagen, und wurden daher auch wol horizontale Wasserräder, zur Unterscheidung von den auf Taf. 22 abgebildeten und diesfalls mit der Bezeichnung der verticalen Wasserräder belegten hydraulischen Motoren genannt. Da jedoch schon seit geraumer Zeit auch die Turbinen mit horizontalen Wellen und verticalen Rädern construirt werden (Taf. 24, Fig. 3), so ist die Richtigkeit dieser Bezeichnungsweise hinfällig geworden, ebenso wie übrigens durch das neuerdings erfundene Milot'sche Wasserrad auch die vorhin gegebene Unterscheidung nicht ganz zutrifft.

Während die Anwendung der Wasserräder bis in die Periode der vorchristlichen Zeitrechnung zurückreicht und ein Erfinder derselben nicht angebbar ist, so stammen die Turbinen, obwol in einigen unvollkommenen Constructionsformen gewiß schon seit etlichen Jahrhunderten hier und da im Gebrauche, entschieden aus der jüngsten Epoche der Culturgeschichte. Denn eigentlich datirt ihre Einführung in weitere Kreise der technischen Bethätigung und ihre aus der rohesten Ursprünglichkeit herausgeschälte, einigermaßen auf Grundsätzen beruhende und in der Atmosphäre unserer heutigen vervollkommneten technischen Welt lebensfähige Construction erst von der 1740 gemachten Erfindung Segner's, sowie von der 1754 in Vorschlag gebrachten Bauart Euler's.

Die Entwickelung der beiden Haupttypen der jetzt gebräuchlichen Turbinenconstructionen wurzelt in diesen beiden Erfindungen, und auch ein dritter Typus der Construction, obwol nach Maßgabe seiner allgemeinen äußern Form und seiner Wirkungsweise aus den noch ältern Bauarten herausgewachsen, verdankt doch zweifellos seine feinere Durchbildung dem durch jene beiden Erfindungen belebten Vervollkommnungseifer. Die beiden Erfindungen aber fußen auf der Erscheinung der hydraulischen Reaction.

Diese Reactionserscheinung, zuerst, wie angenommen wird, von Bernoulli (1730) beobachtet, besteht darin, daß ein mit einer horizontalen Ausflußröhre oder verticalen Ausflußöffnung versehenes Gefäß durch den stattfindenden Ausfluß einen Druck erhält, welcher nach der entgegengesetzten Richtung des ausfließenden Strahls fortzubewegen strebt, und welcher es thatsächlich nach dieser Richtung bewegt, wenn es auf Rollen gestellt oder sonstwie zur leichtern Ueberwindung des dasselbe festhaltenden Reibungswiderstandes ganz frei gemacht ist. (Rücklauf der Kanonen.)

a. Segner'sche Turbine.

Segner verband das Gefäß mit einer in horizontaler beweglichen Zapfen drehbaren, stehenden Welle, brachte die erwähnte Ausflußöffnung an einem von der Welle entferntesten Punkte derartig an, daß der Strahl tangential zu den um die Welle beschriebenen Kreisen ausfließen mußte und bewirkte so die Umdrehung der Welle. In einer ferneren, zum Betriebe einer Mahlmühle in Nörten bei Göttingen angewendeten Construction versah Segner den rotirenden Theil eines auf einer stehenden Welle befestigten hohen Gefäßes nach radialer Richtung mit vier Röhren und jede derselben mit einer Oeffnung, welche in tangentialer Richtung einen Strahl ergoß; hierdurch setzte er die Röhren mit dem Gefäße und der stehenden Welle in Umdrehung.

b. Schottische Turbinen.

Eine dieser Construction sehr nahestehende andere Form ist die in Fig. 2 auf Taf. 23 abgebildete schottische oder Whitelaw'sche Turbine, welche jener dieser Gestalt von Mannoury-d'Ectot (1807) herrührt.

Sie besteht aus einer S-förmig gebogenen Röhre, welche in ihrer Mitte etwas erweitert und übrigens auch noch vermittels eines Gestänges mit der verticalen Welle verbunden ist. Unterhalb diese mittlere Erweiterung mündet möglichst centrisch eine von B kommende Röhre ein und führt aus einem höher gelegenen Reservoir das Wasser zu, welches an den beiden Enden der S-förmigen Röhre tangential zu einem um den Wellenmittelpunct beschreibbaren Kreise ausfließt und somit vermöge der Reactionswirkung das Rad mit der Welle umdreht. Letztere ist übrigens auf eine Zapfenscheibe C gestützt, welche behufs Abminderung des Reibungswiderstandes auf Rollen oder Walzen läuft.

Denkt man sich mehrere solcher S-förmigen Röhren angebracht und die mittlere Erweiterung derselben, so entsteht, wenn auf den völlig tangentialen Ausfluß verzichtet wird, ein dicht mit Röhren besetzter radförmiger Körper, welcher durch ein Rad ersetzt werden kann, welches aus zwei horizontalen Kränzen und dazwischen angebrachten verticalen gekrümmten Schaufeln besteht.

c. Fourneyron'sche Turbinen.

Ein derartiges Rad enthält die Turbine von Fourneyron, welche die Unvollkommenheit an sich trägt, daß sie nicht anders als unter Stoßverlusten einfließen lassen. Um diese, übrigens schon vor Ausführung der Cadiat'schen Construction erkannte Unvollkommenheit zu beseitigen, brachte Fourneyron (1827) im Innern des Schaufelrades ein zweites, jedoch feststehendes derartig an, daß eine durch Fig. 12 auf Taf. veranschaulichte Schaufelung entstand.

Das in dieser, einen bruchstückweisen Horizontalschnitt darstellenden Figur mit kleinstem Durchmesser gezeichnete innere Rad ist das feststehende und heißt das Leitrad oder der Leitschaufelapparat, während das mit größerm Durchmesser gezeichnete das umlaufende und demnach sogenannte Laufrad oder auch Turbinenrad ist. Die mit schwärzern

gebenen Schaufeln haben im Leitrade eine den ufeln des Laufrades entgegengeſetzte Krümmung, das Waſſer beim Uebertritt vom Leitrade in Laufrad, ſofern letzteres feſtgehalten würde, in er Biegung von der durch die Schaufeln des ides erhaltenen Richtung abgelenkt werden würde. enn aber das Laufrad, dem Zwecke entſprechend, mdreht, ſo iſt eine gewiſſe Drehgeſchwindigkeit ar und thatſächlich herbeizuführen, bei welcher uf bezeichnete Weiſe vom Leitrade ausfließende r die angenommene Richtung und Geſchwindig- auch in den erſten Querſchnitten des Laufrades ält und ſomit ohne Stoß überſtrömt. Dieſe mit krümmungen der Schaufeln in beſtimmtem Zu- enhange ſtehende Geſchwindigkeit wird dem Rade Normirung des von demſelben zu überwinden- nützlichen Widerſtandes ertheilt, wobei bemerkt n mag, daß jene Geſchwindigkeit etwa halb ſo groß als ige ausfällt, welche das völlig unbelaſtete und inderte Rad unter ſonſt gleichen Umſtänden annimmt. t ſolchen, ſoeben beſchriebenen Rädern verſehene nen ſind in Fig. 4 und 6 auf Taf. 23 abgebildet. ztere Abbildung, einen Durchſchnitt durch den - und Untergraben darſtellend, zeigt unten das s eines tellerförmigen Armſyſtems mit der Welle ndene Turbinen- oder Laufrad, aus welchem das r in den Untergraben D ſtrömt. In das Innere Rades ragt ein gußeiſerner Cylinder, der ſchützen, welcher in einen zweiten Cylinder olbendichtung eingepaßt iſt und mittels der in figur erkennbaren Stangen zwiſchen Lauf- und d auf- und abgeſchoben werden kann, und welcher den Zufluß theilweiſe oder gänzlich unterbrechen

Der zweite, äußere Cylinder iſt in den aus n und Bretern hergeſtellten Boden C mit dich- Abſchluſſe eingebaut, ſodaß das von zwei ge- rten Kanalwandungen G und einer hölzernen B völlig eingeſchloſſene und bei A eintretende r nur durch das Rad in den Untergraben E ichen kann. Die in der Mitte ſichtbare gußeiſerne iſt oben befeſtigt, trägt unten in der Höhe des ades den Leitapparat und umſchließt die oben nten aus ihr herausragende Welle, welche oben nem Zahnrade verſehen iſt und unten das Lauf- trägt. Uebrigens ruht das unterſte Zapfenlager nem Hebel, welcher eine verticale Verſchiebung aufrades vornehmen läßt.

ſe Bauart wird Niederdruckturbine, im ſatz zu der in Fig. 4 dargeſtellten Hochdruck- ne, genannt, welche eine völlig geſchloſſene amentlich auch mit hermetiſch abgedichtetem Deckel ene, gußeiſerne Turbinenkammer A hat, die über Untergraben auf dem Gebälk D ruht und ver- s der Röhre B ihren Zufluß erhält. Dieſe Röhre t mit dem höher gelegenen Obergraben oder Reſervoir, beziehentlich einem Teiche in Ver- ng. Das zufließende Waſſer, welches für den es Nichtvorhandenſeins des erwähnten Deckels ei A ausfließen würde, ſteht daher in A unter Druck; deshalb die Bezeichnung Hochdruckturbine. erforderlich, daß die mit dem Rade G ausge- Welle, und ebenſo daß die mittels der Kurbel- a und dem oben auf A ſichtbaren Räderwerke aren Stangen des Ringſchützens in dem be- ten Deckel Stopfbüchſen erhalten.

Amerikaniſche oder Francis-Turbinen.

tatt daß das Leitrad innerlich und das Laufrad ich angebracht wird, kann auch die umgekehrte nung getroffen werden.

Conſtructionen dieſer Art nennt man wol Francis-Turbinen, nach einem Amerikaner, welcher ſich mit der experimentellen Unterſuchung und der Vervollkommnung derſelben viel beſchäftigt hat. Auch werden ſie amerikaniſche und von außen beaufſchlagte Turbinen genannt, in welchem Falle die bisjetzt geſchilderten Räder von Segner, Manmbury-d'Ectot, Cadiat und Fourneyron die gegenſätzliche Bezeichnung der von innen beaufſchlagten Räder erhalten.

Francis- oder amerikaniſche Turbinen ſind auf Taf. 23 in Fig. 1, 3, 7, 12, 13 und 14 in verſchiedenen Formen, jedoch keineswegs bezüglich der Aeußerlichkeit und des Nebenſächlichen in der Francis'ſchen Originalform dargeſtellt.

In Fig. 7, welche eine Abbildung mit vielfach, behufs Verſtattung eines Einblicks in das Innere, weggedachten Beſtandtheilen vor Augen legt, iſt A das in Wirklichkeit völlig geſchloſſene Zuflußrohr von rechteckigem Querſchnitt, B das Laufrad mit den Schaufeln D, D, D, der Welle C und den Armen c, c, c; endlich ſind a, a, a die Schaufeln des feſtſtehenden Leitrades. Das Waſſer fließt in der Richtung der eingezeichneten Pfeile in dem ſpiralförmig ſich verjüngenden Einlaufe um das Leitrad herum, woher die Bezeichnung Spiral-Turbine.

Ebenſo iſt in Fig. 3 A das Laufrad mit den Schaufeln B und der Welle J, C der Einlaufkanal und D ein Theil des Leitrades.

In Fig. 1 fehlt der Leitapparat, wie bei der Cadiat'ſchen Turbine. Die Pfeile deuten die Einlaufsrichtung des Waſſers an. Das Laufrad D mit den Armen C, den Schaufeln E und der Welle A, ſowie die doſenartige, eiſerne Radkammer G H J, und endlich die Transmiſſionswelle B mit der Riemenſcheibe I ſind leicht zu erkennen.

Die Francis-Turbine ſtammt übrigens von einer Conſtruction her, welche nach ihrem Erfinder die Howd-Turbine, oder nach dem Bereiche ihrer urſprünglichen Anwendung United-States-Rad genannt wird.

Dieſe letztere war einfach aus Holz hergeſtellt und hatte nicht gekrümmte, ſondern ebene Leit- und Radſchaufeln. Eine aus Eiſen hergeſtellte Verbeſſerung zeigen die Figuren 12, 13 und 14 auf Taf. 23.

In Fig. 12 iſt der mit ebenen Schaufeln verſehene Leitapparat abgebildet, in Fig. 13 das mit gekrümmten Schaufeln verſehene Laufrad mit dem Deckel des Radkaſtens und in Fig. 14 die Einfügung des Leitrades in den Radkaſten oder das Gehäuſe.

Fig. 8 auf Taf. 23 zeigt gewiſſermaßen eine Combination einer von außen und von innen beaufſchlagten Turbine, indem das bei C'' in das Gehäuſe C C' fließende Waſſer äußerlich in das Leitrad eintritt, jedoch innerlich in das unten ſichtbare Laufrad gelangt, durch welche Anordnung es möglich iſt, den mittels der Stangen K zu hebenden und zu ſenkenden (hier zum Theil abgebrochen dargeſtellten) Ring- oder Perſpectivſchützen J äußerlich am Leitrade anzubringen.

e. Henſchel'ſche Turbinen.

Während alle die bisher beſchriebenen Formen aus dem Segner'ſchen Reactionsrade ſich herleiten laſſen, bildet das Euler'ſche Rad den Urtypus für ein Conſtructionsſyſtem, welches die in Fig. 10 auf Taf. 24 im Verticalſchnitt dargeſtellte Schaufelung hat. Das Waſſer fließt hier nicht, wie durch Fig. 12 veranſchaulicht, horizontal, ſondern vertical durch Leit- und Laufrad.

Euler, übrigens auch der erſte, welcher Leitſchaufeln oder Leitröhren, wenngleich in ungenügender Anordnung einführte, hat zuerſt dem Waſſer den ſoeben bezeichneten verticalen Weg, nach Zurücklegung deſſen

es übrigens ebenfalls nahezu horizontal austritt, durch entsprechende Bauart des Rades vorgeschrieben.

Sein Rad war indessen unvollkommen construirt, indem es, wie die Segner'sche Turbine, nur aus einzelnen krummen Röhren, anstatt aus einer Anzahl eng aneinander geschlossener Kanäle bestand, wodurch es die in Fig. 6 auf Taf. 24 veranschaulichte Gestalt annimmt, nämlich aus zwei Kränzen mit dazwischen angebrachten krummen Schaufeln besteht.

Diese verbesserte und heutzutage lediglich angewendete Constructionsform hat zufolge der historischen Forschungen Rühlmann's zuerst Henschel in Kassel (1837) und nicht nach französischen Angaben Fontaine (1840) eingeführt.

Dem letztern kann vielmehr nur die Anbringung der in Fig. 10 dargestellten, jeden einzelnen Leitschaufelraum abschließen lassenden Schützen als Erfindung zugebilligt werden, wovon später noch die Rede sein wird.

Nach dem Henschel'schen oder fälschlich sogenannten Fontaine'schen, beziehentlich noch fälschlicher sogenannten, weil noch später erfundenen Callon'schen Constructionssysteme sind die in Fig. 4, 5, 6 und 7 auf Taf. 24 abgebildeten Turbinen gebaut. Hiervon ist Fig. 5 die üblichste Bauart, im besondern derartig von Decker ausgeführt. Auf dem Fundamente A steht mit den Füßen B der Turbinenmantel. In demselben, sowie im Boden des im Durchschnitt dargestellten Radkastens aus Holz ist das gußeiserne Leitrad F mit wasserdichtem Abschlusse eingebaut. Dasselbe besteht in diesem besondern Falle aus drei ineinanderliegenden, jedoch aus einem einzigen Stücke gegossenen Rädern, von denen jedes eine dem in Fig. 6 dargestellten Laufrade ähnliche Gestalt hat. Dicht unter diesen Rädern befinden sich drei ebenfalls in einem einzigen Stücke gegossene Laufräder, deren Schaufeln jedoch nach Maßgabe der Fig. 10 entgegengesetzt denen der Leiträder gekrümmt sind. Selbstverständlich ist das Laufrad mit der in der Mitte sichtbaren und wasserdicht bei h durch den obern Teller des Leitrades gehenden Welle mittels eines Armsystems verbunden; jedoch besteht diese Welle aus einer Röhre, welche oben auf dem vom Fundamente bis dicht unter die Zahnräder verlängerten Stiftzapfen hängt und die Zahnräder K und L treibt. Der innere Ring des dreifachen oder dreiringigen Leitrades ist mit Verschlußklappen und der mittlere Ring mit einem vollen ringförmigen Schützen N versehen, welcher durch den Mechanismus O, P, S, Q bewegt werden kann. Der äußere Ring bleibt stets geöffnet, die beiden innern werden jedoch nur nach Maßgabe des größern Effectsbedürfnisses oder des geringern Wassermangels aufgemacht. Die Richtung des zu- und abfließenden Wassers ist durch Pfeile angegeben.

Fig. 4 stellt eine sehr ähnliche Constructionsform mit eisernem Radgehäuse dar. Man sieht vorn den Drosselschützen A im Einlaufe des Radkastens und erhält durch die Wegnahme der Seitenwand B einen Blick auf das im Innern befindliche Leitrad. Das Radgehäuse ist, wie in Fig. 4 auf Taf. 23, mit einem Deckel verschlossen, welcher eine Stopfbüchse zum Abdichten der hindurchgehenden Welle enthält. Der Grund hiervon liegt in der Voraussetzung, daß das Wasser von einem höher gelegenen Reservoir zugeleitet werde. Diese Construction ist daher eine Hochdruckturbine.

In Fig. 7 auf Taf. 24 ist ein Leitrad nicht vorhanden, sondern das in Fig. 6 separat dargestellte Laufrad befindet sich unmittelbar unter dem Einlaufgehäuse, welches schneckenhausartig hergestellt ist und dieser Construction daher die übrigens bedeutungslose Bezeichnung **Schneckenhaus-Turbine** ertheilt hat.

Die **Henschel-Construction** hat auch zu der Erfindung von Turbinen Anlaß gegeben, welche [illegible] gestreckte schraubenförmige Schaufeln, wie die in Fig. 1 auf Taf. 24, haben, oder welche, wie Fig. 1 auf Taf. 23, aus einer vollen Schraube bestehen.

Allein ein hervorragender Bestandtheil von Henschel's Erfindung ist noch derjenige, welcher den französischen Schriftstellern Veranlassung gegeben hat, [illegible] der Erfindung desselben einen ihrer Landsleute zu entlehnen und danach ein ganzes Turbinensystem mit der Bezeichnung **Jonval-** oder **Jonval-Kreis-Turbinen** zu belegen — nämlich der verlängerte Rand oder der Schlauch.

In Fig. 5 auf Taf. 23 ist hiervon eine Anwendung gegeben.

Man sieht hier zwei Hochdruckturbinen (Zwillingsturbinen) nebeneinander stehen und mit ihren aus Stopfbüchsen herausragenden Wellen gemeinschaftlich auf eine oben in der Mitte befindliche Transmissionswelle mittels Zahnräder (Stirnräder) einwirken. Als zwei schwarze Löcher stellen sich die Hälften der Einlaufrohre dar; unmittelbar unter denselben befinden sich die Leit- und Laufräder, und alsdann ist der das Rad umschließende Mantel bis in den Schlammgraben fort, sodaß er die Gestalt eines Schlauches hat.

Als Jonval ein Patent auf eine derartige Turbine nahm, und zwar 1841, also vier Jahre nach Henschel, und zu derselben Zeit, wo eine Henschel'sche Turbine bereits eine herzoglich braunschweigische Schleiferei bei Holzminden trieb, nannte er sie „von doppelter Wirkung", und in der That kann gesagt werden, daß sie sowol drückend als stoßend wirke, indem das unter dem Rade im Schlauche befindliche Wasser ebenso wol, wie das über dem Rade stehende den beabsichtigten Effect hervorbringt. Die Sache ist, daß es wegen der Wirkung des Atmosphärendrucks als völlig gleichgültig sich [illegible] an welcher Stelle der 10 Mt. über Unterwasser dem atmosphärischen Drucke in einem luftdicht geschlossenen Rohre gehobenen Wasserfäule das Laufrad angebracht wird. Allein die Erkenntniß der Thatsache und die Heranreifung derselben bis zur Erfindung ist im höchsten Grade anerkennenswerth, sodaß der Name **Henschel**, namentlich mit Rücksicht auf die von Prof. Rühlmann nachgewiesene Verdrängung desselben seitens der französischen Radmacher Fontaine und Jonval mit Betonung hervorgehoben zu werden verdient.

Aus den Rädern Fourneyron's und Henschel's hinsichtlich deren Anbringung und Aufstellung im Verhältniß zu der Zuleitung des Waffers, Lage der Achse, Schützenform u. s. w. in der allerjüngsten Zeit Geschichte der Erfindungen so viel Neuerungen hervorgewachsen, daß die in Betreff solcher Anerkennung nach den Gesetzen der Combinationslehre herausfindenden Gestaltungen fast erschöpft scheinen. Reactionsturbinen, Räder mit horizontalen oder schrägen Wellen, von oben, von der Seite, oder, wie in Taf. 23, von unten beaufschlagt und mit allen Verbesserungen der Details versehen, sind in der kürzesten Zeit entstanden.

f. Girard'sche Turbinen.

In dieser Beziehung sei der auf Taf. 24 in Fig. 2 dargestellten **Heberturbine** und der in Fig. 2 auf Taf. 23 abgebildeten **hydropneumatischen** Turbine von Girard Erwähnung gethan. Die Einrichtung der erstern stimmt mit derjenigen der Jonval bis auf die Hydropneumatisation überein.

Das heberförmig gebogene Zuleitungsrohr [illegible]

acht, damit, trotz sehr geringer Gefällshöhe, ein äßiges, von Wirbelbewegungen freies Einfließen assers in das Rad von statten gehen möge.

Hydropneumatisiren besteht in einem von dem elbst mittels angehängter Pumpe bewirkten Ein- n von Luft in einen Raum (Fig. 9), welcher durch isch abschließende Ummantelung des Turbinen- gebildet ist, und hat den Zweck, ein Nieder- des Wasserspiegels unter das Rad zu bewirken, andernfalls im Unterwasser waten und hierdurch des stattfindenden Reibungswiderstandes in seiner ung gehemmt werden würde. Auch soll, och wesentlicher, eine auf Verminderung des hinwirkende Erscheinung behoben werden, welche . 10 und 11 auf Taf. 24 veranschaulicht ist. sieht hier, daß für den Fall des partiellen gelassenseins der bereits früher erwähnten Einzel- ein unruhiges, Wirbelbewegungen und dem- ffectsverluste mit sich bringendes Hindurchfließen Wassers durch die Radschaufelräume platzgreift. 3 der in Fig. 11 erkennbaren, im Laufrade an- ten Oeffnungen kann aus dem erwähnten pneu- ten Mantel comprimirte Luft in die Schaufel- dringen und jene Wirbelbewegungen nieder-

Und ferner werden durch die Pneumatisation gen Effectsverluste im Keime erstickt, welche durch me dieselbe stattfindende Eindringen des Unter- s in die völlig abgeschützten und demnach leeren felräume entstehen würden.

Partialturbinen und Tangentialräder.

er eine sehr kleine, in St.-Blasien aufgestellte ie nach Fourneyron'schem System berichtet Redten- , daß dieselbe nicht mehr als 31 Ctmt. äußern 0 Ctmt. innern Durchmesser hatte und trotzdem Effect von 47 Pferdestärken lieferte. Freilich ie auf dieselbe einwirkende Gefällshöhe nicht ge- als 108 Mt., während die Aufschlagwasser- $0{,}084$ Kubikmt. in der Secunde betrug, und das ie enorme Geschwindigkeit von 2300 Umdrehungen Minute annahm.

so sehr großen, aus einer bedeutenden Gefälls- esultirenden Geschwindigkeiten werden die Zapfen beträchtlichen Abnutzungseinwirkung ausgesetzt. entschließt sich daher in solchen Fällen, die Tur- nicht voll zu beaufschlagen, nicht als Voll- nen zu construiren, sondern, indem man dem einen bei weitem größern Durchmesser gibt und h die Umdrehungsgeschwindigkeit abmindert, nur rtiale Beaufschlagung stattfinden zu lassen und ab daher als eine sogenannte Partialturbine struiren.

m in diesem Falle die Turbine dem Fourneyron'- und noch mehr, wenn sie dem Francis'schen le (wie Fig. 7 auf Tafel 23) angehört, wird olche Partialturbine, wegen des alsdann statt- den innern oder äußern tangentialen Heran- s des Wasserstrahls an den Radumfang, auch entialrad genannt.

Fig. 11 auf Taf. 23 und in Fig. 3 auf Taf. 24 olche Tangentialräder oder Partialturbinen ab- t. Die erstere dieser Turbinen hat ein nach eyron'schem System construirtes, mit den Schau- versehenes Laufrad F, welches die Welle N und ansmission O, D, C und E bewegt. Dasselbe wird nur an der Stelle h beaufschlagt von dem Zu- sser, welches in dem verticalen, durch das obere A geführte Rohr F herbeigeleitet wird. Der nismus K l h läßt das Zuflußquantum regeln. 3 auf Taf. 24 (im Durchschnitt dargestellt) be- dagegen aus zwei nach Girard'schem Systeme construirten Rädern, welche an ihren tiefsten Punkten beaufschlagt werden. Diese Abbildung zeigt demnach ein Beispiel von einer Doppelturbine und ebenfalls ein solches von der verticalen Aufstellung des Rades, also von der horizontalen Anordnung der Welle.

h. Details.

Besonders wichtig für die Turbine ist die Construction der Zapfen. Die letztgenannten Arten mit horizontalen Wellen können ohne Schwierigkeit mit Zapfen versehen werden, welche die Construction der üblichen Transmissionszapfen erhalten und keinen ungünstigern Einwirkungen, als diese, ausgesetzt werden. Bei den andern Turbinenarten muß jedoch der Zapfen unter Wasser laufen und ist alsdann dem Eindringen von mitgeführtem Sande und hierdurch einer kräftig wirkenden Abnutzungsursache preisgegeben, namentlich da er auch schwer zugänglich ist. Um ihn in dieser Beziehung zu schützen, um ihn mittels des Schmierölz waschen zu können und um auch im Stande zu sein, ein genaues Einstellen in die Achsenrichtung der Welle zu bewirken, hat man demselben außerordentlich viele verschiedene Constructionen und innere Einrichtungen gegeben, von denen die Fig. 13 bis 20 auf Taf. 24 einige Beispiele darbieten.

Auch hat man den Zapfen aus dem Wasser zu entfernen und durch besondere Einrichtungen ihn über Wasser anzuordnen, also ihn dem Wirkungskreise jener Abnutzungsursachen zu entrücken verstanden. In dieser Beziehung legen schon die Abbildungen 2, 6 und 9 auf Taf. 23, sowie 2, 5, 6 und 7 auf Taf. 24 Beispiele vor Augen. Allein in Fig. 15 und 16 auf Taf. 23 ist noch besonders in zwei unter rechtem Winkel genommenen Durchschnitten eine solche über Wasser angebrachte Zapfeneinrichtung dargestellt, bei welcher eine hohle Turbinenwelle und eine in derselben angebrachte feststehende, vom Unterwasser bis über Oberwasser reichende Zapfenspindel angewendet ist. Ferner zeigt auch Fig. 16 auf Taf. 24 eine solche über Wasser angebrachte, mit hohler Welle, darauf befestigtem Zahnrade (hier bruchstückweise dargestellt) und langer Zapfenspindel versehene Construction. Und Fig. 17 und 18 stellen im Grund- und Aufriß einen über Wasser angebrachten Zapfen mit drei, den Reibungswiderstand abmindern sollenden Antifrictionsrädern dar.

Wasserdruckmotoren.

(Tafel 24.)

Die Construction der Druckpumpe kann zur Herstellung einer Betriebsmaschine verwendet, diese Transportmaschine kann in eine motorische Maschine umgewandelt werden, und zwar einfach durch Umkehrung der Wirkungsweise. Anstatt daß der Kolben mittels einer motorischen Kraft hin- und herbewegt und hierdurch das Druckventil gehoben und das Wasser in eine nach aufwärts geführte Röhrenleitung gedrückt wird, kann umgekehrt das Druckventil mittels einer äußern Kraft gehoben und somit der Kolben durch den Druck des Wassers hin- und herbewegt werden, sofern nach jedem Hube des Kolbens und jedem Gefülltsein des Cylinders mittels Oeffnens des Saugventils die Füllung des Cylinders abgelassen wird. Das Wasser tritt in diesem Falle nicht als transportirtes Object, nicht als bewegte Masse, sondern als motorische Substanz, als bewegender Körper auf; es wird nicht mit Aufwand von motorischer Kraft gehoben, sondern sinkt nieder unter Hervorbringung von mechanischer Arbeit.

Die nach diesem geschilderten Principe construirten Maschinen werden Wassersäulenmaschinen ge-

nannt. Ihre Construction unterscheidet sich von derjenigen der Kolbenpumpen im wesentlichen durch Mechanismen, mittels welcher das angedeutete Oeffnen und Schließen der Ventile selbstthätig vermöge des Ganges der Maschine bewirkt wird, d. h. durch die sogenannte äußere Steuerung, sowie durch Vorrichtungen, welche zweckentsprechender, als es mittels der Ventile möglich ist, das bezeichnete Ein- und Auslassen, den angedeuteten Zu- und Abfluß des Wassers regeln lassen, d. h. durch die sogenannte innere Steuerung.

Im Jahre 1749 von Höll in Ungarn und ziemlich gleichzeitig, nämlich 1753, von Winterschmidt in Deutschland (Harz) erfunden, und erst später (1765), wenn auch wahrscheinlich selbständig, von Westgarth in England nacherfunden, jedoch völlig zweckentsprechend und vollendet erst 1809 vom Salinenrath v. Reichenbach in Baiern construirt, sind die Wassersäulenmaschinen fast ausschließlich für Zwecke des Bergwesens in Gebrauch gekommen und geblieben.

Die enge Begrenzung dieser Wirkungssphäre rührt einerseits von der an die Zweckmäßigkeit der Wassersäulenmaschinen geknüpften Bedingung des Vorhandenseins sehr bedeutender Gefälle und andererseits davon her, daß meistens eine rotirende Bewegung gefordert wird, während die Wassersäulenmaschine eine alternirende und zwar eine so langsam alternirende Bewegung abgibt, daß zur Uebertragung derselben in eine rotirende eine sehr bedeutende Uebersetzung, also ein kostspieliger und Reibungsverluste verursachender Zwischenmechanismus angeordnet werden müßte.

Die neuerdings mehr und mehr sich verbreitenden vervollkommnetern städtischen Wasserwerke oder Wasserversorgungsanstalten, mittels deren das Nutzwasser bis in die obersten Stockwerke der höchstgelegenen Gebäude getrieben wird, enthalten an vielen Stellen ihrer Röhrenleitungen einen Wasserdruck, welcher einem Gefälle von 30—60 Mt. und darüber gleichkommt. Hierdurch ist der Verbreitung der Wassersäulenmaschinen ein neues Gebiet eröffnet, namentlich, wenn es gelingt, der alternirenden Kolbenbewegung eine größere Geschwindigkeit zu ertheilen und einen Mechanismus herzustellen, welcher die oben gedachte Uebertragung in eine nicht zu langsame rotirende Bewegung mit möglichst einfachen Constructionen erreichen läßt. Diese Aufgabe zu lösen, ist dem Engländer Ramsbottom bereits geglückt. Fig. 8 und 9 auf Taf. 24 zeigt die von demselben erfundene kleine Wassersäulenmaschine mit rotirender Bewegung, welche jedoch in dieser Form Wasserdruckmotor genannt wird.

Aus den bezeichneten Figuren ist zu erkennen, daß diese Maschine aus zwei verticalen, um eine Mittelachse schwingenden oder oscillirenden Cylindern besteht, welche auf eine doppelt gekröpfte, d. h. mit zwei Kurbeln versehene Welle wirken, dieselbe in Umdrehung versetzend.

Der in Fig. 9 dargestellte Durchschnitt zeigt im besondern, daß diese beiden Cylinder mittels zweier Schrauben, welche in den beiden einander gegenüberstehenden Gestellböcken angebracht sind, gegen ein ebenfalls mit dem Gestelle verbundenes Mittelstück gepreßt werden. Diesem Mittelstück wird (Fig. 8) das Betriebswasser zugeführt und in den an den Cylindern angebrachten Kanälen bald über, bald unter den Kolben geleitet, beziehentlich wieder abgeleitet. Der Wechsel in dieser Zu- und Ableitung, sowie Ueber- und Unterleitung, also das Steuern der Maschine, wird einfach vermittels geeignet in dem bezeichneten Mittelstücke angebrachter schlitzförmiger Oeffnungen durch die Oscillation der Cylinder selbst bewirkt.

Eine vom Ingenieur Schmid erfundene Verbesse… dieser Constructionsform, mit welcher ein Nutz… grad oder Ausnutzungsgrad der Wasserkraft bis… 80 Proc. erreicht wurde, ist mit dem Preise … worden, welchen im Jahre 1870 die Stadt … für den besten, die Wasserkraft einer städtischen … leitung zu Zwecken der Kleinindustrie verwerthen … den hydraulischen Motor ausschrieb, und an … 14 verschiedene, meistens turbinenartig construirte … schinen in Concurrenz traten.

Prony'sches Dynamometer.

Um den Effect (die Anzahl der Pferdestärken) … messen, welchen die motorischen Maschinen … mit ihnen verbundenen Transmissionswellen ab… bedient man sich des in Fig. 21 auf Taf. 24 … bildeten Brems-Dynamometers oder des Pr… schen Zaumes. Dieses Instrument läßt den … eines Motors abwägen, wie die Wagschale … wicht eines Körpers. Dasselbe besteht aus zwei … backen E und F, welche die auf der zu unters… Welle befestigte Bremsscheibe umschließen … einem Hebel oder Balken C verbunden sind, … seinem äußersten Ende die Wagschale D trägt. … Bremsbacken können mittels der Schrauben … gegen den Umfang der Bremsscheibe gepreßt … so fest, daß sie sammt dem Hebel mittels … wickelten Reibungswiderstandes von der in Ue… versetzten Welle im Kreise herumgeschleudert … würden, sofern nicht die Wagschale entsprech… lastet würde. Durch vermehrte Belastung dieser … schale und durch gleichzeitiges Festerziehen der … ben derartig, daß der Hebel in seiner horizo… Lage verbleibt, kann umgekehrt die Welle … Stillstande an ihrer Umdrehung verhindert … Die Benutzung dieses Instrumentes erfolgt … durch, daß so lange mehr und mehr Gewichte … Wagschale gelegt und die Schrauben G … stärker und stärker angezogen werden, bis … bei horizontal bleibender Stellung des Hebels … gewünschte oder einem gewissen Zwecke entsp… Anzahl von Umdrehungen macht. Aus den … legten Gewichten und der beobachteten Anz… Umdrehungen läßt sich alsdann der seitens des … an die Welle abgelieferte Effect berechnen, und … nach der einfachen Formel

$$E = \frac{L}{716} \cdot n \cdot G \text{ Pferdestärken,}$$

sofern L die in der Figur angedeutete Länge … Hebels in Meter, G das aufgelegte Gewicht in … gramm und n die Anzahl der Umdrehungen der … in der Minute bedeutet, und sofern eine vor… gangene Tarirung stattgefunden hat.

Um das Mitgenommenwerden des Hebels … zu weite Ausschlagen desselben zu verhindern, … die festen Balken I, I angebracht, und um … den Reibungswiderstand verursachte Warmlaufen … ziehentlich das Anbrennen der Bremsbacken zu … hindern, wird mittels eines Trichters H Seife … auf den Umfang der Bremsscheibe gegossen.

Windräder.

(Tafel 25.)

Die am meisten durch ihre Anwendung als Theil … der Windmühlen bekannten Windräder, eine … Erfindung aus dem 11. Jahrhundert, bestehen … mit einer Welle vereinigten Flächen, welche die … kraft des Windes aufnehmen und hierdurch die … in Umdrehung versetzen.

gewöhnlichen, unsern Blicken meistens sich
ı Windmühlen heißen jene Flächen des
die Flügel, welche am häufigsten in
hl von 4 oder 5, jedoch ausnahmsweise
, 6 und sogar 12 mit dem oben, seitlich
ible hervorragenden Kopfe der horizontal
geneigt angebrachten Flügelwelle ver-
. Diese Windflügel bestehen je aus einer
zur Welle angebrachten Ruthe, aus
letztern befestigten Scheiden oder Sprof-
3 der Bedeckung, welche aus dem Wind-
aus Windthüren oder Segeltuch ge-

der Flügelwelle ein Zahnrad oder eine
)e vereinigt ist, mittels welcher Organe
che Wirkung des Windrades auf irgend-
itsmaschine transmittirt wird, ist selbst-
und daß die Windmühlen entweder Bock-
r Thurmmühlen, oder holländische Mühlen
nicht hierher, da den Gegenstand der hier
den Besprechungen nicht die Windmühle,
Windrad bildet, welches auch zum Be-
umpwerken, Stampfen und andern Trans-
Arbeitsmaschinen Verwendung findet.
ist in Fig. 15 von dem obern, das Wind-
nden Theile einer Thurmmühle eine kleine
gegeben. Darin bedeutet A den aus Holz
verk hergestellten und die von der Welle L
Arbeitsmaschinen aufnehmenden Thurm,
are Haube, C D E die Flügelwelle, E F die
eilen zusammengesetzte Ruthe und F G ein
ügel zu dessen Unterstützung am Mönche
es Spannseil.
ie entsprechende Neigung der erwähnten
gen die geometrische Ebene der Ruthen,
deckte Fläche eine Neigung gegen die Rich-
rallel zur Flügelwelle blasenden Windes,
dieser Neigung vollzieht sich die Umdrehung
Ohne dieselbe würde das Rad vom Winde
ial gerichteten Druck erhalten, wegen Vor-
derselben aber wird die Stoßkraft des
ine parallel und eine normal zur Flügel-
ete Componente zerlegt, und während nur
ieser Componenten einen axialen Druck ent-
bewirkt die letztere eine Umdrehung.
ältern Windrädern wurde jene Neigung
rossen gleich groß angeordnet, bei den
tructionen nimmt man sie jedoch für die
le entfernter liegenden Sprossen geringer
olge dessen die Flügelbedeckung eine wind-
he bildet. Wie überhaupt der Neigungs-
sprossen die Grundlage einer zweckmäßigen
ausmacht, so ist die zu jener windschiefen
ende, differente Neigung der Sprossen
rung, und die beste Construction entsteht,
Krümmung der Ruthe die windschiefe
als gekrümmt und zwar hohl hergestellt

onstruirten derartigen Rädern kann man
stung von etwa

$$= \frac{F \cdot v^3}{2800} \text{ Pferdestärken}$$

rn F die gesammte bedeckte Flügelfläche
cundliche Geschwindigkeit des Windes ist,
eide Größen in Metermaß ausgedrückt
tte z. B. ein Rad 5 Flügel von je 10 Mt.
Mt. mittlerer Breite, so würde dasselbe
ndgeschwindigkeit von 6 Mt. einen Effect
stung von

$$= \frac{5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 6^3}{2800} = 7_{,7} \text{ Pferdestärken}$$

ausüben.

Diese Berechnung ist jedoch nur richtig, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades in einem gewissen günstigsten Verhältnisse zur Windgeschwindigkeit steht.

Die „kaum merkbare" Geschwindigkeit der Luftbewegung von 1 Mt. steigert sich bis zu 20 Mt., in welchem Falle der Wind ein Orkan genannt wird, und sogar bis zu 40 Mt., in welchem Falle vom Winde Bäume entwurzelt und Gebäude niedergeworfen werden. Die den Windrädern günstigste Luftbewegung von 6—7 Mt. ist daher eine meistens nur erhoffte Erscheinung.

Da auch die zur Flügelachse parallel sein sollende Richtung des Windes veränderlich ist, so hat man Constructionen und Einrichtungen ersonnen, mittels welcher trotz aller dieser Zufälligkeiten der Naturerscheinungen die Wirkung des Windrades möglichst gleich günstig und gleich groß bleibt.

Bei den gewöhnlichen Constructionsformen, wie sie an den ältern und meistens auch noch an den neuern Windmühlen angewendet werden, accommodirt man sich der Veränderlichkeit der Richtung des Windes durch Drehung des das Rad tragenden Gerüstes oder eines Theils desselben, und der Veränderlichkeit der Stärke des Windes durch Entfernung eines Theils der aus Brettern oder Segeltuch bestehenden Flügeldeckung, und man verfährt somit völlig im Sinne der oben angeführten Formel, nach welcher bei gleichbleibensollender Leistung das Product $F \cdot v^3$ constant erhalten, also F um so kleiner gemacht werden muß, je größer v wird.

Bei den neuern Constructionen wendet man dagegen zur Erreichung des letztern Zwecks häufiger eine Drehung der Flügel um deren Ruthen an, sodaß die vorhin als einflußreich erwähnte Neigung der Flügelfläche verändert wird.

Da es aber wirthschaftlich wichtig ist, sowol die letztere als die erste Veränderung nicht von kostspieliger Menschenhand vornehmen lassen zu müssen, sondern die Windkraft selbst zu diesen Zwecken auszunutzen, so haben die Verbesserungsbestrebungen nach diesem Sinne hin Richtung genommen, also zielen darauf ab, die bezeichneten Constructionen selbstthätig zu machen.

Ein Blick auf Taf. 25 zeigt, daß die selbstthätige Einstellung der Flügelwelle in die jeweilige Windrichtung vermittels entweder einer großen, aus Holz, Segeltuch oder Blech hergestellten Windfahne oder eines kleinern Windrades (Fig. 12, 15) bewirkt wird, welches rechtwinkelig zum großen, eigentlichen Windrade angebracht ist und auf einen Mechanismus einwirkt, der den obern Theil des Radgerüstes in Umdrehung versetzt.

Die selbstthätige Veränderung der Flügelfläche und Flügelneigung wird dagegen durch Vorrichtungen bewirkt, von denen einige im Folgenden mit Bezugnahme auf unsere Darstellungen beschrieben sind, welche allerdings in der Mehrheit die Abbildung von Modellen und nicht von ausgeführten Rädern geben.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen ein auf einem Gerüst A mittels oben angebrachter Scheibe drehbares und durch die senkrecht zur Flügelebene angebrachte Windfahne in Umdrehung versetztes Windrad, dessen 4 Flügel um deren Ruthen drehbar sind. Diese letztere Drehung wird, wie Fig. 2 in vergrößertem Maßstabe zeigt, vermittels kleiner Zahnradsegmente bewirkt, welche auf den untern Enden der Ruthen angebracht sind und mit einer an allen vier Seiten verzahnten quadratischen Stange in Eingriff stehen, welche in der Wellen-

richtung verschiebbar ist. Diese Zahnstange liegt in der hohl hergestellten Flügelwelle und steht mit einem Mechanismus in Verbindung, welcher von einem am Fuße des Gerüstes angebrachten Centrifugalregulator bewegt wird.

Je schneller bei stärker werdendem Winde oder bei schwächer werdendem Arbeitswiderstande das Rad sich umdreht, je schneller daher die mit der Radwelle durch Zahnräder verbundene verticale Welle I in Umdrehung versetzt wird, desto weiter werden die Kugeln des ebenfalls mit dieser Welle verbundenen Regulators auseinandergetrieben und je flacher gegen die Windrichtung werden alsdann vermittels des Zahnstangenmechanismus, welcher zum Theil auch in der hohlen Welle I angebracht ist, die Flügel gestellt. Da aber eine solche Flacherstellung die Umdrehung verlangsamt, so wird auf diese Weise eine ziemlich constant bleibende Umdrehungsgeschwindigkeit für alle Wechselfälle in der Windgeschwindigkeit entstehen und, wenn die Neigung der Flügel für eine unbedeutende Windgeschwindigkeit im Interesse eines möglichst vortheilhaften Wirkungsgrades regulirt ist, so wird auch der entwickelte Effect in allen Wechselfällen eine erwünschte Stärke annehmen. Behufs völliger Flachstellung der Flügel und hierdurch erzielbarer Abstellung des Windrades dient der den Regulator heben lassende Hebel K, während die Uebertragung der Wirkung auf eine Mühle, Pumpe oder Arbeitsmaschine vermittels hier nicht weiter angegebener Riemenscheiben oder Zahnräder bewirkt wird.

Eine Drehung der Flügel A um deren Sprossen B durch den Wind selbst wird auch bei der in Fig. 12 abgebildeten Constructionsform vermittels eines in der hohlen Welle O angebrachten Stabes E bewirkt. Derselbe ist jedoch nicht verzahnt, sondern trägt zur Erreichung desselben Zwecks an seiner Vorderseite ein Kreuz F, an dessen Spitzen Seile G befestigt sind, welche die Ecken der Flügel A ergreifen. Während die Windkraft vermöge dieses Mechanismus den Stab E in der Richtung des eingezeichneten Pfeiles zu verschieben strebt, wirkt ein auf das andere Ende von E mittels eines Gewichts J verschiebbarer, gekrümmter Stab H diesem Bestreben entgegen. Durch die aus dieser Wirkung und Gegenwirkung hervorgehende Gleichgewichtslage wird eine der jeweiligen Windstärke entsprechende Neigung der Flügelflächen erreicht, während das kleine Windrad L mit Zubehör die Einstellung in die Windrichtung, und das konische Räderpaar D und K die Fortpflanzung des Effects vermittelt.

Das ganz aus Blech hergestellte und für die Wasserstationen (Pumpwerke) vieler hannoverscher Eisenbahnhöfe mit günstigstem Erfolg in Anwendung gebrachte Windrad Kirchweger's, welches in Fig. 17 im Durchschnitt abgebildet ist, hat eine der soeben beschriebenen Construction sehr ähnliche Einrichtung. Die Flügel sind in der Figur, welche die hohle Radwelle mit dem darin verschiebbaren, vorn mit einem Kreuz versehenen und hinten gegen einen belasteten Hebel wirkenden Stab erkennen läßt, in ihrer Flachstellung gezeichnet, und linkerhand, dicht davor, befindet sich eine Vorderansicht von der zur Befestigung der fünf Flügelruthen mit der Radwelle verbundenen gußeisernen Rosette und dem davor befindlichen vorgenannten fünfarmigen Kreuze.

Auch das in Fig. 13 und 14 abgebildete Witting'sche Windrad, welches auf dem Gestelle A und dem auf Rollen drehbaren Ringe D in den Lagern a ruht, erhält seine Regulirung durch einen in der hohlen Welle c verschiebbaren Stab d, welcher mit seinem untern Ende, wie Fig. 14 grundrißlich darstellt, gegen eine von den Schnuren oder Ketten f, den Leitrollen F und dem Gewichte G gehaltene Lagerung l gestützt ist, und die Flügel um deren Ruthen vermittels eines seinem vordern Ende angebrachten Zahnstangenmechanismus dreht. Außerdem können aber auch die Flügel durch Walzen h h, darauf befestigten Rollen und Schnuren m, r, sowie Seilloben q, s auf- und abgewickelt werden.

Ein in der hohlen Flügelwelle verschiebbarer Stab ist ferner auch bei dem Rade von Cubit, von welchem Fig. 16 die mittlern Theile zweier Windruthen in anschaulicht, als regulirender Hauptmechanismus in Anwendung gebracht. Bei diesem Rade ist aber die Flügeldecke nicht ein Holz- oder Blechbelag oder Segel, sondern eine jalousieartige Construction von Blech angebracht, sodaß der Veränderlichkeit der Windkraft nicht durch Verdrehung der gesammten Flügelflächen um die Windruthen, sondern durch Verstellung der Einzelbestandtheile der Jalousie Rechnung getragen wird. Die stärker werdende Windkraft wirkt mittels der Zahnstangen L dahin, den Hebeln B K L die punktirt gezeichnete Lage zu ertheilen, während das an einer um eine Trommel geschlungenen Schnur oder Kette F hängende Gewicht G mittels eines mit der Trommel verbundenen Zahnrades und mittels der Zahnstange U durch Verschiebung des Stabes C dieser Bestreben entgegenwirkt und somit für jeden Fall eine Gleichgewichtslage veranlaßt.

An Stelle des in der hohlen Radwelle verschiebbaren Stabes haben Brown, Dr. Frank G. Jones und Lempcke an ihren in Fig. 3, 4, 5, 8, 9, 10 und 11 abgebildeten Windrädern nachfolgend beschriebene Mechanismen verwendet.

Mit einer auf der Radwelle verschiebbaren Nabe stehen in Fig. 3 mittels Charniere die Stangen L und M in Verbindung, welche andererseits mit den Flügelruthen vereinigt sind, und zwar die ersteren direct mittels Hülsen H, in welchen die Ruthen sich verschieben können. Vermöge dieses Mechanismus bewirkt ein kräftiger werdender Windstoß die bezeichnete Flügelstellung zu verschieben, aber hat dabei eine entgegenwirkende Kraft zu überwinden, welche durch den Hebel P und durch das daranhängende Gewicht P, sowie durch eine Spiralfeder entwickelt wird, welche zwischen der verschiebbaren Nabe und einer mit der Flügelwelle befestigten Hülse angebracht ist. Durch die vom Windstoße bewirkte momentane Beschleunigung der Flügeldrehung werden ferner vermöge der Centrifugalkraft der gewichtigen Lager L (in Fig. 5 im vergrößerten Maßstab dargestellt) die Segel K nach außen getrieben und hierdurch wird vermittels der schraubenförmigen Nuth d eine Drehung der Flügelfläche, also eine Aenderung des Neigungswinkels derselben bewirkt. Ob die Einstellung des Rades gegen den Wind mittels der mit dem drehbaren Gestelle verbundenen Fahne B bewirkt wird, ist sofort zu erkennen, und den Transmissionsmechanismus zeigt Fig. 4 in vergrößertem Maßstabe.

Während die Centrifugalkraft zur Mitwirkung der Regulirung des Neigungswinkels in Fig. 1 mittels des konischen Pendels und in Fig. 3 in directer vermittels der mit schraubenförmiger Nuth versehenen Gewichte L herangezogen ist, so findet sie zu gleichem Zwecke bei den von Dr. Frank G. Jones construirten und in Fig. 8, 9 und 10 abgebildeten Windrädern Verwendung vermittels der Gewichte, welche denen eins in Fig. 10 mit C bezeichnet wurde. Dieselbe ist auf einer Stange C C verschiebbar und in einer gewissen Position durch eine an dieser Stange befestigte Spiralfeder C C gehalten. An dasselbe sind Stangen r befestigt, welche andererseits mit den um deren Ruthen drehbaren Flügeln seitlich in Verbindung stehen. Die Ruthen sind in einem äußern und innern Ringe gelagert. Eine beschleunigte Ver-

t die Gewichte so weit, als es die Spiralfedern zu-
n, radial auswärts und veranlaßt durch jene Stangen-
indung eine Drehung und Flachstellung der Flügel.
igens ist der durch die Windfahne bewegte Be-
otheil des Gerüstes um einen oben auf dem festen
üste angebrachten hohlen Zapfen und um den
S drehbar, welcher mit dem horizontalen Theile
Drehgerüstes durch eine schräge Strebe und eine
nge B in Verbindung steht. Durch diesen hohlen
fen ist die mittels konischer Zahnräder mit der
elwelle in Eingriff stehende verticale Betriebswelle
ckt, welche behufs der Transmittirung des Effects
irgendwelche Arbeitsmaschine an ihrem Fuße die
nenscheibe V trägt.

Die Centrifugalgewichte sind außer mit den Flügeln
mit Hebeln (Fig. 9) verbunden, welche auf ein
nsrad oder Hemmrad einwirken und hierdurch das
drad zum Stillstehen bringen, sobald sie sehr weit
geschleudert werden.

ig. 9 gehört übrigens zu Fig. 8, welche eine im
entlichen mit Fig. 10 identische Construction dar-
t, jedoch von dieser letztern durch die Bauart des
leichterer, aus Segeltuch hergestellter Windfahne
gestatteten Drehgerüstes sich unterscheidet.

In Fig. 11 ist abermals eine auf der Flügelwelle
schiebbare Hülse angebracht, welche einerseits durch
ten mit den äußern Ecken der Flügel und anderer-
s mittels horizontaler und verticaler Zugstangen
einer andern, den verticalen Träger umfassenden
schiebbaren Hülse und mit einem mittels Kette
an befestigten belasteten Hebel verbunden ist. Da
Flügel an den Windruthen einseitig befestigt und
letztern federnd hergestellt sind, so erwächst ver-
ge des beschriebenen Mechanismus aus dieser Feder-
ft, aus der Hebelbelastung und aus dem Wind-
ße eine Resultante, welche der Flügelfläche eine zu
er Windgeschwindigkeit passende Neigung ertheilt.

Uebrigens mag bemerkt werden, daß die auf der
ügelwelle angebrachte verschiebbare Hülse gleich-
tig auf einen oben am Drehgerüste befestigten
belmechanismus einwirkt, welcher eine selbstthätige
emsung oder Hemmung bewerkstelligt, während der
ten am festen Gerüst angebrachte gabelförmige Hebel
e Bremsung von der Hand bewirken läßt. Die
rticale Betriebswelle steht in einer hohlen gußeisernen
ule, welche mittels eines dieselbe umschließenden
nges durch vier mit dem festen hölzernen Gerüste
schraubte Stangen gehalten und je nach der Wind-
htung gedreht wird. Die auf diese Drehung ein-
rkende Windfahne ist in der Abbildung fortgelassen.

Eine vergleichende Betrachtung lehrt, daß die im
rstehenden beschriebenen Windräder in ihrer Con-
uction Aehnlichkeit mit gewissen Transportmaschinen
r Wasser und Luft haben. Einige Centrifugalpumpen
d einige Constructionsarten von Ventilatoren sind
nen vergleichbar. Zum Beispiel hat der auf Taf. 21
Fig. 8 abgebildete Ventilator eben solche Flügel
e ein Windrad. Aber auch gewisse andere motorische
aschinen haben Aehnlichkeit mit den Windrädern.
as auf Taf. 24 in Fig. 6 abgebildete Turbinen-
d des Henschel'schen Systems besteht, wie ein Wind-
d, aus einer Anzahl von windschiefen, oder schrauben-
rmig gebogenen Flächen, welche in Gestalt eines
ades um eine Welle gruppirt sind. Diese Flächen
lden die Hauptbestandtheile sowol der Turbine, als
s Windrades; sie sind die Receptoren bei jenen für
e motorische Substanz des Wassers, bei diesen für
e motorische Substanz des Windes.

Es ist natürlich, daß man auf Grund solcher ver-
leichenden Betrachtungen auf die Idee der Ver-
wendung auch anderer Constructionen von Turbinen
und Ventilatoren zu aërodynamischen Zwecken gelangte.

Die Constructionsform der von außen beaufschlagten
sogenannten Francis-Turbine, welche auf Taf. 23 in
Fig. 7 dargestellt ist, gehört hierzu. Wird der Mantel
dieser Turbine weggedacht, sodaß nur das Lauf- und
Leitrad derselben übrigbleibt, so entsteht die ungefähre
Form eines in Anwendung gekommenen und hin und
wieder auch jetzt noch ausgeführten Windrades.
Die Radwelle wird alsdann, wie bei der genannten
Turbine, vertical angeordnet und läßt in dieser An-
ordnung den Vortheil erreichen, daß das Rad nicht
gegen die Windrichtung gestellt zu werden braucht und
somit einer Windfahne mit zugehörigen Mechanismen
entbehren kann. Von welcher Richtung der Wind auch
zuströmen mag, immer wird eine Hälfte des Rades
von demselben getroffen werden, jedenfalls werden die
auf der einen Hälfte dieser Hälfte befindlichen Leit-
schaufeln denselben dem Laufrade zuführen, während
die auf der andern Hälfte dieser Hälfte angebrachten
Leitschaufeln ihn ablenken und ihn an einer störenden
Beeinflussung der Drehung verhindern werden.

Solche mit verticalen Wellen construirte Räder
werden horizontale Windräder genannt, weil deren
Räder in einer horizontalen Ebene sich umdrehen.

Auf Taf. 25, Fig. 6, 7 sind zwei andere Constructions-
formen solcher Horizontalräder abgebildet.

Die auf der verticalen Welle B in Figur 6 mittels
der Nabe D befestigten Ruthen oder Radarme E, welche
von den ebenfalls an der genannten Welle befestigten
Zugstangen g gehalten und durch die Stangen h ver-
steift werden, tragen an ihren äußersten Enden die
vier Rahmen F, welche die Lagerung für gekröpfte
und die Flügel G aufnehmende Wellen i bilden.
Würden diese Rahmen einfach mit Segeltuch überspannt
sein, so würde der zuströmende Wind gegen diejenigen
Flügelflächen, welche auf dem Wege ihrer Umdrehung
demselben entgegenbewegt werden müssen, offenbar
ebenso heftig stoßen, als gegen diejenigen dieser Flächen,
welche derselbe bewegen soll, und die Folge davon
würde der Stillstand des Rades sein. Es muß daher
ein Mechanismus angeordnet werden, welcher bewirkt,
daß der in der Richtung des Windes zu bewegende
Flügel dem Windstoße seine volle Fläche darbietet,
und daß der in der entgegengesetzten Richtung zu be-
wegende Flügel diesem Windstoße eine möglichst geringe
Fläche preisgibt. Ein solcher Mechanismus ist durch
die Schnuren J gebildet, welche an den Flügeln G
befestigt, durch die Gewichte W belastet und über
Rollen geleitet sind, welche an den äußern Enden der
an den Ruthen angeordneten schrägen Arme und unter
der Nabe D angebracht sind. Mittels der Winde M
können die Gewichte W gehoben, somit die Schnuren
entlastet und die Flügel frei gemacht und zum Still-
stand gebracht werden, eine Wirkung, welche auch
durch eine sehr heftige, die Flügel sehr flach stellende
und somit die Gewichte W hebende Windströmung
erreicht wird.

Im Vergleich mit den früher beschriebenen verticalen
Windrädern hat diese Construction der Figur 6 offen-
bar die Vereinfachung, daß außer dem Windfahnen-
mechanismus auch die horizontale, mittels konischer
Räder mit der verticalen Betriebswelle verbundene
Flügelwelle in Wegfall kommt, indem das Windrad
unmittelbar an der verticalen Betriebswelle befestigt
ist, welche an ihrem Fuße behufs der Transmittirung
des Effects nur mit einem Zahnrade C oder einer
Riemenscheibe ausgerüstet zu sein braucht.

Die auf Taf. 25, Fig. 7 abgebildete Constructionsform
ist sogar noch einfacher, da bei ihr auch der die Flügel-

verstellung bewirkende Mechanismus in Wegfall gekommen ist. Hier trägt nämlich die in der hohlen Säule A gelagerte und unterhalb derselben das (hier nicht sichtbare) Transmissionsorgan enthaltende Welle B mittels der Ruthen oder Radarme D etliche metallene oder aus Holzwerk und Segeltuch hergestellte hohle Konen C, welche auf Grund eines hydraulischen oder aërodynamischen Gesetzes die Eigenschaft besitzen, eine größere Triebkraft dem in ihre Höhlung stoßenden, als dem auf ihre äußern, convexen Flächen einwirkenden Winde zu entziehen. Wenn daher die Windströmung parallel zu unserer Bildfläche von rechts nach links gerichtet wäre, so würde der dem Beschauer zunächst abgebildete Konus C kräftiger, als der auf der entgegengesetzten Seite, also hinten, sichtbare Conus vom Windstoße ergriffen werden, und somit würde aus der Differenz dieser Kräfte eine Umdrehung des Rades entstehen.

Wenn auch mit dem soeben beschriebenen Rade noch ein Mechanismus in Verbindung gebracht werden muß, welcher die mit der Windgeschwindigkeit veränderliche Umdrehungsgeschwindigkeit zu reguliren hat, und welcher im vorliegenden Falle, in welchem ein Pumpwerk getrieben werden soll, mit dem Wasserstande im Reservoir J in Zusammenhang gebracht ist, so stellt sich doch die Construction dieser horizontalen Räder einfacher als die der verticalen heraus. Wenn dieselben den letztern trotzdem nicht den Rang abgelaufen haben, so ist die Ursache hiervon der Umstand, daß sie bei gleicher Größe dem Winde weniger Effect als die verticalen Räder entziehen, oder mit andern Worten, daß sie behufs Ableistung eines gewissen gewünschten Effects voluminöser als ihre verticalen Gattungsgenossen hergestellt werden müssen, und daher für denselben Zweck und unter sonst gleichen Umständen trotz der bezeichneten Constructionseinfachheit theurer als diese zu stehen kommen.

Da überhaupt das Kriterium für den praktischen Werth einer motorischen Maschine der Kostenpunkt ist, so haben die Windräder wegen ihrer sehr hoch sich belaufenden Herstellungskosten den meisten übrigen Motoren nicht mit Erfolg Concurrenz machen können, trotzdem die für dieselben verwendete motorische Substanz gratis von der Natur zu beziehen ist, und trotzdem daher die Betriebskosten, nicht wie bei den thermodynamischen oder auch bei den einen Wehr- und Kanalbau erfordernden hydraulischen Motoren, verschwindend klein sind.

Immerhin dürften sie jedoch noch häufiger, als thatsächlich, zur Verwendung gelangen, wenn nicht die überwiegende Mehrzahl ihrer Anwendbarkeitsfälle durch die Unzuverlässigkeit der Windkraft und durch die hieraus hervorgehenden, unvorherzusehenden Betriebsunterbrechungen von zu bedeutenden finanziellen und technischen Nachtheilen bedroht würde.

Dampfkessel.

(Tafel 26.)

Die Dampfkessel werden hier lediglich in ihrer Beziehung zu den Dampfmaschinen betrachtet werden. Wir treten daher mit der Tafel 26 in das Gebiet der thermodynamischen Motoren.

Die Stellung dieser Motoren zu den übrigen motorischen Maschinen wurde bereits auf Seite 52 gekennzeichnet.

Dieselben sind mechanische Vorrichtungen, welche Wärme erzeugen und dieselbe in Bewegung oder mechanische Arbeit umwandeln. Die Wärmeerzeugung geschieht durch Erregung eines chemischen Processes, durch Bewirkung einer Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffs mit den chemischen Bestandtheilen der sogenannten Brennmaterialien; die Umwandlung der Wärme-Arbeit erfolgt durch physikalische Zustandsänderung der die Wärme aufnehmenden motorischen Substanz.

Ein thermodynamischer Motor besteht daher aus zwei ihrer Wirkungsweise nach wesentlich verschiedenen Theilen, nämlich aus demjenigen, welcher die Wärme entwickelt und dieselbe der motorischen Substanz mittheilt, und demjenigen, welcher die Wärme in Arbeit umwandelt und diese Arbeit auf Receptoren überträgt. Der erste dieser Bestandtheile heißt der Erhitzungsapparat, Caloriser, Dampferzeuger, Dampfkessel, Retortenofen u. s. w. genannt; der zweite heißt die Maschine.

Bei den üblichen Gaskraftmaschinen ist eine völlige constructive Sonderung dieser beiden Theile anzutreffen; der die motorische Substanz, das Leuchtgas, entwickelnde Retortenofen functionirt gänzlich unabhängig von der Maschine. Bei den Caloric- oder Heißluftmaschinen findet sich meistens eine constructive Vereinigung beider Theile zu einer Einheit vor. Und bei den Dampfmaschinen steht der eine Theil zu dem andern wol hin und wieder in einer constructiven Beziehung (Locomotiven, Locomobilen, transportable Dampfmaschinen), die Regel ist es, daß der Dampfkessel abgesondert für sich betrieben wird, ja daß er, auch zu verschiedenen andern Zwecken als zum Maschinenbetriebe, verwendbar, nicht etwa als in engem Anschlusse zur Maschine gehörig betrachtet wird.

Wie an einem Centralpunkte einer Stadt die motorische Substanz des Leuchtgases bereitet und von da durch Röhrenleitungen den für die Benutzung von Gasmotoren bestimmten Orten zugeführt wird, wie an einem Centralpunkte einer Stadt Wasser in die Höhe gepumpt und mittels der Wasserleitung den hier und da aufgestellten hydraulischen Motoren, z. B. dem Schmid'schen Wasserdruckmotor oder der Escher'schen Turbine, geliefert wird, ebenso könnte in einer industriereichen Stadt eine Central-Dampfkesselanlage errichtet und durch Leitung von Dampfröhren angebracht werden, von welchen die irgendwo in der Stadt aufgestellten Kraftmaschinen mit Dampf versorgt würden. Und wie neben einer Gas- und Wasserleitung der Doppelzweck einer Versorgung mit motorischer Substanz und mit Nutzmaterial, beziehentlich Nutzwasser erreicht wird, so könnte eine Dampfleitung sowol für den Dampfmaschinenbetrieb als zu Heizzwecken verwendet werden. Die Rentabilität würde in einem solchen Falle um so mehr für eine Dampfkesselanlage isolirt erscheinen.

Der Dampfkessel ist ein zur Entwickelung von Dampf und zwar meistens von höher gespanntem Dampf geeignetes metallenes Gefäß, welches in mehr oder weniger innige constructive Verbindung mit einem Dampfkesselofen, d. h. der zur Entwickelung der Wärme und Uebertragung derselben an den Kessel geeigneten Feuerungsanlage, gebracht wird, und in dieser Verbindung Dampfkesselanlage heißt.

Die Bezeichnung „Dampfkessel" für diese Vereinigung von Kessel und Ofen, und die Reservirung der Benennung „Dampfkesselanlage" für eine aus mehreren solcher Anlagen bestehende Gesammtheit, ist eigentlich, jedoch üblich geworden, zumal da bei neuern Constructionen die Vereinigung von Kessel und Ofen in eine völlige constructive Verschmelzung übergeht (Locomotiv-, Locomobil-Kessel).

Nachdem die Erfüllung der Forderung, eine gewünschte Dampfmenge mittels einer Dampfkesselanlage innerhalb vorgeschriebener Zeit zu entwickeln, aufgehört hat, ein Problem zu bilden, treten als Forderungen

erste Linie die Gefahrlosigkeit und die Billigkeit Dampfentwickelung.

Von diesem Gesichtspunkte aus müssen die neuern nstructionen der Dampfkesselanlagen beurtheilt wer- . Dabei ist die Billigkeit nicht nur rücksichtlich des nnmaterialverbrauchs, sondern auch hinsichtlich der stellungskosten und derjenigen für die Bedienung verstehen. Denn es stellt sich heraus, daß in dem ße, als für einen gegebenen Zweck die wirk- en Bestandtheile eines Dampfkessels vergrößert wer- , eine Abminderung des Brennmaterialverbrauchs tfindet, daß aber die Kosten für eine über gewisse nzen hinausgehende derartige Vergrößerung von hierdurch erzielten Brennmaterialersparungen nicht geglichen werden.

Im zunächst die allgemeine Einrichtung einer Dampf- elanlage vor Augen zu legen, dient Taf. 26, Fig. 1, che einen Längendurchschnitt darstellt.

Der bis zur Hälfte mit Wasser gefüllte Kessel A dem Sieder N und dem beide verbindenden Stutzen ist sofort als solcher zu erkennen. Derselbe wird einem gemauerten Ofen umschlossen, welcher vorn Feuerraum mit dem Roste O enthält und mit Wandungen des Kessels und des Sieders eine zahl von Kanälen, Feuerkanälen, Rauchkanä- , Zügen, bildet, in welchen die heißen Verbren- gsproducte zunächst von vorn nach hinten, dann hinten nach vorn und abermals von vorn nach ten geleitet werden, um schließlich in den Schorn- in oder die Esse P zu gelangen. Der mit U be- chnete Raum gehört nicht zu diesen Kanälen, son- rn vermittelt in diesem besondern Falle, von den nälen durch die Wölbung R getrennt, lediglich die tfernung der Flugasche aus den Kanälen.

Die bezeichnete Leitung oder Bewegung der Ver- nnungsproducte, der Transport derselben durch die uerungsanlage und aus derselben hinaus, sowie der nsport der für den Verbrennungsproceß erforder- en frischen Luft in die Feuerungsanlage wird durch Schornstein in der bei den Transportmaschinen eits angedeuteten Weise vermittelt, kann aber auch Anwendung einer Transportmaschine, eines Ven- tors, einer Gebläsemaschine, einer Luft- oder mpfstrahlpumpe (Exhaustor) u. s. w. bewerkstelligt rden.

Der innere Raum des Kessels zerfällt in den Was- r- und den Dampfraum. Derjenige Theil der erfläche des Kessels, welcher mit den heißen Ver- nnungsgasen in Berührung gelangt, also einen Be- ndtheil von den Umfängen der Feuerkanäle bildet, rd Heizfläche genannt, und zwar directe und directe Heizfläche, je nachdem er unmittelbar über n Roste liegt und die directe oder ausgestrahlte ärme in sich aufnimmt, oder entfernter vom Roste befindet.

Von der im Interesse der Sicherheit gegen Explo- nsgefahr verfügten gesetzlichen Vorschrift, daß die izfläche nur an den den Wasserraum umschließenden standtheilen des Kessels angebracht werden dürfe, rd neuerdings in Ausnahmefällen abgewichen.

Als Accessorium zu der Dampfkesselanlage ist in g. 1 eine Reihe von Apparaten und Vorrichtungen bemerken, welche unter den Titel der Garnitur d Armatur fallen.

Die Feuerthür und der Rost O, sowie der behufs s Besteigens und der innerlichen Reinigungsvor- hme des Kessels angebrachte Mannlochdeckel D hören zur Garnitur, und ebenso der Schieber oder s Zugregister H, welches eine Regulirung des gs, d. h. der eindringenden Luftmenge, beziehent- lich ein völliges Abschließen bewirken läßt. Auch ist das Speiserohr E hinzuzuzählen.

Zur Armatur, d. h. zum Rüstzeug gegen Explo- sionsgefahr, gehören die Sicherheitsventile B, G und C, von denen das letztere auch als An- und Ab- stellventil für das an der Stelle C abgeleitete Dampf- rohr benutzt wird, und der Schwimmer I mit dem den Wasserstand äußerlich erkennbar machenden Me- chanismus F.

Der Sieder oder das Siederohr N kommt häufig gänzlich in Wegfall, wie z. B. in Fig. 18, wo nur ein einziger Cylinder A vorhanden ist. Derselbe wird nicht selten auch tiefer unter dem Kessel angebracht, wie in Fig. 10, wo die Verbrennungsgase von dem Feuerraum H aus zunächst an den mit dem Halse N und dem Dome M versehenen Hauptkessel AB ihre Wärme abgeben, und hierauf erst mittels des Kanals K an den mit dem Speiserohre EF versehenen Sieder CD gelangen, welcher in dieser Anordnung jedoch richtiger Vorwärmer genannt wird.

Ferner bringt man das Siederohr auch wol, wie Fig. 8 zeigt, im Innern des Kessels an, wo es alsdann gemäß seiner veränderten Wirkungsweise Feuer- oder Rauchrohr heißt. Uebrigens zeigt diese Abbil- dung die Art und Weise der mittels Nieten vor- genommenen Zusammenfügung der einzelnen Blechplat- ten, wobei noch bemerkt werden kann, daß heutzu- tage zu den größern Kesseln nur Eisenblech, oder hin und wieder Stahlblech und nie Kupferblech oder Guß- eisen verwendet wird.

Fig. 12 zeigt die Anbringung zweier Rauch- oder Feuerrohre in ein und demselben Kessel, und gibt außerdem ein Bild von einer aus mehrern Kesseln zu- sammengesetzten Kesselanlage, durch Weglassung eines Theils des obern Gewölbes einen Einblick in das Innere der obern Kanäle gewährend. Die Roste sind in diesem Falle unter den großen Kesseln angebracht; sehr häufig legt man sie jedoch auch in die Feuerrohre, in welchem Falle die Kessel Fairbairn-Kessel oder uneigentlich auch Cornwall-Kessel genannt werden; erstere Benennung nach dem Erfinder, letztere nach dem Landstriche in England, in welchem eine ähn- liche Constructionsform häufig und vorzugsweise ver- wendet wurde.

Die Anbringung einer größern Anzahl von Rauch- rohren führt zu der Construction des Vielrohr- oder Multitubularkessels, von welchem in Fig. 2 und 6 aufrechtstehende und in Fig. 7 ein liegendes Exem- plar abgebildet sind. Die innere Einrichtung der erstern ist aus der Durchschnittszeichnung der Fig. 2 zu er- sehen, welche noch die Besonderheit eines in den Feuer- raum hineinragenden kugelförmigen Bestandtheils auf- weist. Die innere Einrichtung von Fig. 7 kann jedoch nur aus dem auf Taf. 32 in Fig. 13 längsdurchschnitt- lich dargestellten Locomotivkessel oder aus Betrachtung desjenigen Kessels erkannt werden, welcher, auf Taf. 31 in Fig. 7 abgebildet, einer Locomobile angehört, und bei welchem, wie behufs des innerlichen Reinigens von Kesselstein, das den Feuerraum enthaltende Feuerrohr mit dem Rauchrohrbündel herausgezogen erscheint.

Die Rauchrohre erfüllen, weil sie vom Dampfdrucke äußerlich gepreßt werden und somit deformirt werden können, das eingangs erwähnte Erforderniß der Gefahr- losigkeit nicht in gleichem Maße günstig, als die Sieder- röhren, Vorwärmer oder cylindrischen Hauptkessel, welche vermöge des innerlich in ihnen wirkenden Dampfdrucks die der Haltbarkeit günstige Gestalt des Cylinders mehr und mehr annehmen.

Die Gefahr der Explosion wird aber um so gerin- ger, je kleiner der Durchmesser der Rauchrohre ge-

nommen wird. Von diesem Standpunkte aus stellen sich die aus engen Röhren gebildeten Vielrohrkessel als explosionssicher dar, sowie gleichzeitig Hand in Hand hiermit das Erfülltwerden der andern eingangs erwähnten Anforderung, nämlich der der Billigkeit, geht. Denn je enger ein Rohr hergestellt wird, desto dünnwandiger darf es unter sonst gleichen Umständen hergestellt werden, und je dünnwandiger die erforderliche Heizfläche fabricirt wird, desto billiger kommt der betreffende Kessel hinsichtlich des Materialaufwandes.

Die Erkenntniß dieser einfachen Schlußfolge ist neuerdings mehr und mehr durchgedrungen und wurde Anlaß zur Erfindung einer größern Anzahl moderner Kesselformen.

Die Anbringung von Rauchrohren hat stets das Vorhandensein eines Kessels zur Voraussetzung, welcher das Röhrenbündel umschließt, welcher um so größer sein muß, je mehr Röhren angewendet werden sollen, und welcher daher in um so höherm Grade der Anforderung an Dünnwandigkeit und Billigkeit widerstreitet.

Daher hat man die Kessel nicht aus engen Rauchröhren, sondern aus engen Wasserröhren zusammengesetzt, wie es übrigens schon früher einmal, im Jahre 1818, von Dr. Alban, einem mecklenburgischen Maschinentechniker, namentlich behufs Einführung der mit höher gespannten Dämpfen wirken sollenden Dampfmaschinen, in Vorschlag und zur Ausführung gebracht wurde, und wie es auch von dem als Erfinder eines Turbinensystems bereits erwähnten Henschel in Kassel durch Einführung einer nach ihm benannten Dampfkesselconstruction schon seit einigen Decennien geschah.

Constructionsformen dieser Art, welche vorzugsweise in Amerika, jedoch auch in Frankreich einigen Boden gewinnen, sind auf Taf. 26, Fig. 3, 4, 5, 11 und 15 abgebildet.

Wie zu ersehen, sind die mit Wasser gefüllten einzelnen Röhren, die Wasserröhren, nicht wie die vom Rauche durchströmten Röhren, die Rauchröhren, der Formen Fig. 2, 6, 7, von einem größern Cylinder umschlossen, sondern unmittelbar von Mauerwerk umgeben, sodaß der Kessel nur aus engen, dünnwandigen Röhren zusammengesetzt sich darstellt.

Der Amerikaner Harrison ist nach dieser Richtung hin noch weiter gegangen und hat seinen in Fig. 9 abgebildeten Kessel aus lauter Kugeln oder, genauer gesprochen, aus lauter je aus vier kugeligen Theilen in einem Stück gegossenen Elementen zusammengesetzt. Durch die zwischen diesen Kugeln, von denen die obern den Dampf-, und die untern den Wasserraum bilden, befindlichen Hohlräume bewegen sich Flamme und Verbrennungsgase, um direct nach abwärts in den Schornstein abzuströmen.

Der Glaube an die völlige Explosionssicherheit dieser Harrison'schen Kessel ist trotz der nicht ohne Grund gehegten Voraussetzung, daß im Falle eines Vorkommnisses sich die Katastrophe lediglich auf ein einziges Element des Kessels erstrecken und demnach unschädlich verlaufen werde, neuerdings durch ein heftiges Explosionsereigniß erschüttert worden, und auch der der „Inexplosible" genannte Kessel von Belleville in Fig. 5 trägt seinen Namen keineswegs mit voller Berechtigung.

Die aus vielen Wasserröhren zusammengesetzten Kessel vermögen die ältern, aus voluminösern Bestandtheilen bestehenden Formen deshalb nicht gänzlich zu verdrängen, weil sie nicht wie diese den für einen größern, nicht ganz regelmäßig verlaufenden Betrieb wichtigen Vortheil gewähren, mittels eines größern Wasserinhalts und Dampfvorrathes denjenigen Schwankungen zu widerstehen, welche in doppelter Beziehung aus jenen Betriebsunregelmäßigkeiten und aus der intermittirenden Bedienung des Feuers hervorgehen. Die a den Kesselformen der Fig. 1, 7, 8, 10 und 12 ... häufte Wassermasse, obwol die Explosionsgefah... höhend und die eingetretene Katastrophe zerstö... machend, bildet doch, wie die Schwungmasse ... Dampfmaschine, einen kaum entbehrlichen Regul... für die Gleichförmigkeit des Betriebs.

Die besondere Art von Wasserröhren, in Fig. ... und 14 abgebildet, gewährt jedoch noch einen beso... Vortheil. Diese Röhren von Field haben nicht sowol... Zweck, einen größern cylindrischen Bestandtheil ver... lich zu machen, als einen Vorgang, welcher ganz be... ders geeignet ist, die Verdampfungskraft eines K... zu erhöhen, oder umgekehrt für eine gewünschte ... dampfungskraft mit einem kleinern und billigern ... ausreichen zu lassen, nämlich eine Circulation ... Wassers zu bewirken. Zur Herbeiführung dieses Ve... gangs ist, wie Fig. 14 im vergrößerten Maßs... zeigt, in jede der in Fig. 13 im Durchschnitt ... gestellten und in den Feuerraum hinabhängenden ... serröhren eine zweite, jedoch oben und unten ... Röhre gehängt. In dieser innern Röhre sinkt ... relativ kältere Wasser des Kessels in dem Maße ... der, als das in dem Zwischenraume beider R... befindliche Wasser stärker erhitzt und in Dampf ... wandelt wird, und diese Bewegung ist so beim ... nicht nur der mit derselben zusammenhängende ... theil einer bessern Wärmeabgabe der Verbrenn... producte an den Kessel, sondern wesentlich auch ... der andere eines fortwährenden Entfernt werdens ... den festen Kesselstein bildenden erdigen Sedimente ... den Röhren und eines Reinhaltens von deren ... flächen erreicht werden soll.

Uebrigens soll eine derartige Circulation auch durch die einfachere, in Fig. 2 dargestellte ... bringung eines einzigen, in den Feuerraum hin... den kugeligen Bestandtheils erzielt werden.

Hinsichtlich der Dimensionirung der Dampfkessel ... man anzunehmen, daß mit jedem Quadratmeter ... Heizfläche stündlich 25 Kilogr. Dampf entwickelt ... können, obwol es möglich ist, bei heftigem Feuer ... 60—70 Kilogr. zu entwickeln, und obwol es bei ... völligern Ausnutzung der Verbrennungswärme ... mäßig ist, den Kessel nicht mehr als bis zu einer ... lichen Entwickelung von 10—15 Kilogr. per QM. ... zustrengen.

Ist daher D die stündlich zu erzeugende Dampfm... in Kilogramm, so wird die Heizfläche F gewöhnlich

$$F = \frac{D}{25} = 0{,}04\ D\ \text{QMt.}$$

angenommen; es reicht aber auch eine solche von

$$F = \frac{D}{60} = 0{,}017\ D$$

aus, und die erforderliche Dampfmenge wird mit ... niger Kohlen erhalten, wenn man

$$F = \frac{D}{10} = 0{,}1\ D\ \text{QMt.}$$

anordnet.

Die für jeden Sonderfall richtige und zweckmäß... Größe muß mittels genauerer Berechnungen bes... werden und steht übrigens in Beziehung zu den ... verhältnissen des Schornsteins und der Feuerung.

Rauchverhütende Apparate.

Das allgemeinere Interesse, welches die namen... vor einigen Decennien auf die Erfindungsthätig...

rhaft pulsirend einwirkende Rauchverhütungs- oder chverzehrungsfrage noch immer erweckt, läßt eine n auch nur kurze Besprechung der rauchverhüten- Apparate hier erforderlich erscheinen.

en Rauch zu verhüten hat man zunächst behufs eitigung der durch denselben entstandenen Belästi- g angestrebt, ist alsdann aber an die Lösung die- Problems um so eifriger in der irrigen Auffassung ngen, daß die gelungene Rauchverhütung eine Er- ung von Brennmaterial in sich schließe.

eitdem die Erkenntniß mehr und mehr Raum ge- nen hat, daß die meisten der zur Rauchvermei- g anwendbaren Mittel und geeigneten Principien t nur keine Kohlenersparnisse erzielen lassen, son- t sogar einen Mehraufwand von Brennmaterial ngen, ist der Eifer im Erfindenwollen von Appa- n, durch welche diese Principien verwirklicht wer- , wesentlich erkaltet.

hne tiefergehendes Eindringen in die Erkenntniß chemischen Processes der Verbrennung hinsichtlich von dem atmosphärischen Sauerstoffe dabei gespiel- Rolle und in Betreff der Bildung von Kohlenoxyd, lensäure und Kohlenwasserstoff, welch letztere Gas- durch Abscheidung von Kohlenstoff in Form von ß die Grundursache für die Entstehung des Rauchs entgeht dem Beobachter einer Feuerungsanlage nicht Wahrnehmung, daß dem Schornsteine vorzugs- ise unmittelbar nach dem Aufwerfen frischer Kohle warze Wolken entströmen und daß nach einiger Zeit Gipfel desselben so frei erscheint, als ob die An- ge gar nicht in Thätigkeit sei.

Der Zustand des letzten Stadiums der Verbrennung er aufgeworfenen Kohlenmasse stellt sich daher als t für die Lösung der Frage sehr beachtenswerther r. Wenn dieser Zustand fortwährend erhalten wer- t könnte, so würde die Beseitigung des Rauchens glückt sein. Eine völlige Erfüllung dieser Bedin- ng ist selbstverständlich nicht möglich, oder man müßte offe in den Feuerraum eintragen, welche die ersten adien der Verbrennung bereits durchgemacht haben, n müßte also mit Coaks oder Holzkohlen feuern, s zu theuer sein würde.

Annähernd kann aber jene Bedingung erfüllt wer- t, wenn auf die bereits glühende Kohlenmasse die iche Kohlenmenge nicht auf einmal, sondern während ganzen Dauer der Verbrennung ununterbrochen in sprechend kleinern Portionen geworfen wird.

Dieses wird auch von den Heizern, welche eine rauch- ie Verbrennung zu bewirken streben, beherzigt. ein die Kräfte eines einzigen Heizers, namentlich ls derselbe gleichzeitig zwei Roste zu bedienen und h anderweite Obliegenheiten zu erfüllen hat, reichen gewöhnlich nicht aus, und die Anstellung mehrerer izer würde das Rauchverhüten wiederum zu theuer chen.

Man hat daher die Bedienung des Rostes auf mecha- chem Wege, gewissermaßen durch einen automati- en Heizer, zu bewirken versucht. Von den vielen sbezüglichen Constructionen, zu denen auch der der letzten Wiener Weltausstellung durch Heine o Pieper in Dresden ausgestellte Apparat von Dill- n Smith gehört, ist hier Taf. 26, Fig. 18, der Ketten- st von Jukes abgebildet, welcher namentlich in Eng- nd häufig angewendet wurde.

Wie sein Name besagt, sind die einzelnen Stäbe des ostes zu Ketten ohne Ende G, G aneinander gefügt d, durch Tragrollen R unterstützt, über zwei Trom- ln oder Walzen gelegt, von denen die bei O an- brachte von einer Transmission bewegt wird und rerseits wieder den Rost bewegt, sodaß die einzel- nen Stäbe desselben allmählich von D nach G gelan- gen. Die in den Fülltrichter B geschüttete Kohlen- masse wird demzufolge nach Maßgabe der Stellung des Regulirungsschiebers D in größern oder gerin- gern Quantitäten fortwährend dem unter dem Kessel A befindlichen Feuerraume zugeführt, und übrigens ist der Kettenrost auf einem Gestelle PJ angebracht, wel- ches behufs einer leichter ausführbaren Reinigungs- vornahme auf den Schienen H aus- und eingefahren werden kann.

Dieser Apparat erfüllt noch die fernere Bedingung, daß die von den frisch in den Feuerraum gelangen- den Kohlen entweichenden Verbrennungsgase über die in voller Glut befindliche Kohlenfläche hinwegstreichen und mit den aus dem letzten Stadium der Verbren- nung hervorgehenden Producten sich mischen müssen, eine Bedingung, welche mit einigen Arten der rauch- verzehrenden Apparate, welche im wesentlichen aus einem Doppelroste bestehen, dessen Hälften abwechselnd bedient werden, für sich allein zu erfüllen versucht wird.

Die Ursache für die Entstehung des Rauchs hat man auch darin zu finden geglaubt, daß die in den glühenden Verbrennungsraum geworfenen frischen, kal- ten Kohlenmassen plötzlich einer raschen Destillation unterworfen würden und durch Abkühlung den Ver- brennungsproceß störten.

Durch den beschriebenen Kettenrost wird dieser Ent- stehungsursache ebenfalls etwas entgegengetreten, völ- liger jedoch noch durch den in Fig. 19 abgebildeten Apparat von George, welcher die Kohle mittels einer Schraube und eines Bewegungsmechanismus von unten dem Roste zuführen läßt, und demnach Schrauben- rost genannt wird. Die meisten der mit mechanischen Einrichtungen ausgestatteten Apparate sind wegen einer raschen Zerstörung und baldigen Reparaturbedürftig- keit der mit dem Feuer in nähere Berührung kommen- den beweglichen Bestandtheile mehr oder weniger in Miscredit gerathen und von Constructionen verdrängt worden, welche die gleiche Wirkungsweise mit lauter festen Einzelheiten erreichen lassen.

Zu den letztern gehören die Pult- und Treppen- roste und der in Fig. 20 abgebildete Etagenrost. Auf dem eigentlich einfach aus einem mit Schütttrichter versehenen, sehr schräg gelegten Roste bestehenden Pult- roste wird die Kohle, wie in Fig. 18, von vorn nach hinten einfach durch Hinabrutschen und Hinabrollen transportirt. Das Gleiche findet bei den Treppenrosten statt, welche übrigens noch den Vortheil bieten, die gute Kohle durch die Fugen nicht entweichen zu lassen, dagegen aber auch den Nachtheil an sich tragen, die den Luftzutritt verhindernden Schlacken und Aschen festzuhalten. Der Etagenrost in Fig. 20, ein aus höhern Stufen oder Etagen bestehender Trep- penrost, läßt aber das Brennmaterial durch Eintra- gung in jede einzelne Etage unter die glühende Koh- lenmasse bringen und demnach die in Fig. 19 durch mechanische Mittel erzielte Bedienungsart ohne irgend- welchen Bewegungsmechanismus erreichen.

Eine nothwendige Bedingung für eine rauchfreie Verbrennung ist selbstverständlich die Zuleitung einer genügenden Quantität frischer Luft. Falls diese Be- dingung von Haus aus nicht erfüllt ist, so kann durch nachträgliche Anbringung von Luftkanälen, durch par- tielles Oeffnen der Feuerthür oder durch partielles Bloßlegen des Rostes dem fühlbar gewordenen Uebel- stande des Rauchens abgeholfen werden und geschieht in der That auch oft. Allein je mehr Luft in den Feuerraum gelangt, desto schlechter ist in den meisten Fällen, wenn auch nicht die Verbrennung, so doch die Wärmeausnutzung, und desto mehr Brennmaterial wird

verbraucht. Man hat deshalb dahin gestrebt, mit der Luftzuleitung möglichst zu ökonomisiren und dieselbe zu Zeiten, wenn sie nicht erforderlich ist, gänzlich oder fast gänzlich zu unterdrücken. Diese Zeiten sind die Perioden der früher genannten letzten Stadien der Verbrennung. Ein Apparat, welcher diesen Zweck erreichen läßt und denselben an manchen Feuerungsanlagen, namentlich an denen der Dampfschiffe mit günstigem Erfolge thatsächlich hat erreichen lassen, ist die in Fig. 16 und 17 abgebildete mechanische Feuerthüre von Prideaux. An derselben ist die vordere Wand einer gewöhnlichen Feuerthüre durch Jalousien ersetzt (Fig. 16), welche mittels eines Hebelwerks geschlossen und geöffnet werden können. Statt des hintern, oder innern Theils einer gewöhnlichen Feuerthür hat der Erfinder eine größere Anzahl von gitterförmig angeordneten Metallplatten (Fig. 17) angebracht, welche, von der Strahlung der glühenden Kohle erwärmt, diese Wärme der eindringenden Luft mittheilen und hierdurch eine sonst stattfindende schädliche Abkühlung des Feuerraums verhindern. Damit aber die unmittelbar nach dem Aufwerfen frischen Brennmaterials behufs Eindringenlassens einer größern Luftmenge vom Heizer völlig geöffneten Jalousien allmählich bis zu völligem Abschluß geschlossen werden, ist ein mit Wasser gefüllter Cylinder und ein mit dem Hebelwerke verbundener Kolben angebracht, welcher ursprünglich auf jenem Wasser schwimmt, vermöge seines Gewichts aber unter Ueberwindung eines regulirbaren hydraulischen Widerstandes allmählich untertaucht und vermittels seines Niedersinkens die erwähnten Jalousien schließt.

Die Größe des gewöhnlichen Planrostes wird nach Maßgabe der Erfahrung derartig bemessen, daß auf jedem Quadratmeter stündlich 50—100 Kilogr. Steinkohlen verbrannt werden können. Uebrigens jedoch kann ohne Beeinträchtigung einer guten und zweckmäßigen Verbrennung mit jener Menge bis auf 20 Kilogr. hinab- und bis zu 150 Kilogr. hinaufgegangen werden. In solchen Ausnahmefällen muß aber der Querschnitt der Feuerzüge, welche man bei obigen Annahmen $^1/_8$—$^1/_4$ so groß als die Rostfläche annimmt, einer besondern, genauern Berechnung unterzogen werden.

Armatur und Garnitur.

An das in Betreff dieses Gegenstandes bereits auf Seite 65 Gesagte wird hier noch die Beschreibung einiger auf Taf. 28 und 29 befindlicher Abbildungen angereiht.

Um den im Kessel herrschenden Dampfdruck zu erfahren, bringt man mit dem Kessel ein nach dem Principe des Barometers construirtes Quecksilbermanometer in Verbindung. In Fig. 15 auf Taf. 28 sind hiervon zwei Constructionsarten dargestellt, welche als Verbesserungen der gewöhnlich im Gebrauche befindlichen, mit einem Schwimmer versehenen Instrumente dieser Art betrachtet werden.

Fig. 10 auf Taf. 28 zeigt dagegen in Ansicht und im Querschnitt ein Metallmanometer von Bourdon, welches auf Grund der von Schinz beobachteten Erscheinung construirt ist, daß eine gebogene Röhre aus Metall von elliptischem Querschnitt durch Vermehrung oder Verminderung der Spannung der in derselben enthaltenen Flüssigkeit oder Luftart ihre Gestalt ändert. Die gebogene und mit dem Dampfkessel in Verbindung zu bringende Röhre ist einerseits an einem dieselbe umschließenden Gehäuse und andererseits an einem beweglichen Zeiger befestigt, welcher, den Formveränderungen der Röhre folgend, die jeweilig in derselben und demnach auch im Kessel wirkende Dampfspannung auf einer adjustirten Scala angibt.

Um den Wasserstand im Kessel zu erkennen, verwendet man am häufigsten Wasserstandsgläser, Probirhähne und Schwimmer. Die letztern bieten jedoch den Uebelstand an sich, wegen des Reibungswiderstandes, welchen die durch eine Stopfbüchse nach außen geführte Stange derselben erleidet, nie ganz zuverlässig zu sein. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, hat Herdevin die in Fig. 14 auf Taf. [illegible] in Ansicht und im Durchschnitt dargestellte Construction erdacht. Dieselbe ist ein, übrigens auch mit drei Probirhähnen und mit einer gläsernen Scala versehenes flaschenförmiges Gefäß, welches mit dem Kessel unten und oben in Communication gebracht wird, und welches einen Schwimmer enthält, dessen Stellung aber nicht an einer nach außen fortgesetzten Stange, sondern an einem nur mittels einer dünnen Drahtschnur mit ihm zusammenwirkenden Zeiger erkennbar wird.

Um den immerhin auch hier noch entstehenden Reibungswiderstand zu beseitigen, hat Lethuillier-Pinel in Fig. 9 auf Taf. 29 in Ansicht und im Durchschnitt abgebildeten magnetischen Schwimmer erfunden. Bei diesem Apparate besteht das obere Ende der auf dem Kessel befestigtes röhrenartiges Gehäuse ruhenden Schwimmerstange aus einem Magnet und wirkt mit auf einen Metallstab, welcher außerhalb des Gehäuses auf einer Scala beweglich ist. Ueberdies sind mit der Schwimmerstange noch Vorrichtungen in Verbindung gebracht, welche bei zu hohem oder zu niedrigem Wasserstande auf eine Signalpfeife einwirken, während das Gehäuse oben ein Manometer und seitwärts ein Sicherheitsventil trägt.

Der in Fig. 14 auf Taf. 29 abgebildete automatische Speiseapparat dient zum selbstthätigen Speisen der Kessel. Derselbe steht durch ein rechtwinkliges, sichtbares Rohr mit einem Reservoir und durch ein linkerhand sichtbare Rohre mit dem Kessel in Communication. Sein mittlerer, kolbenartiger Theil wird mit dem festen cylindrischen Theile fortwährend hin- und hergeschoben, und hierdurch das Reservoir mit dem Kessel bald in Verbindung gesetzt, bald davon abgesperrt. So lange nun genug Wasser im Kessel ist, soll auch der Apparat der beiden erwähnten Röhren mit Wasser sein und vom Reservoir aus kein frisches Wasser aufnehmen. Sobald aber der Wasserstand sinkt und sobald alsdann Dampf in den Apparat tritt, füllt sich der letztere mit Reservoirwasser und speist den Kessel.

Dampfmaschinen.

1. Balancier-Dampfmaschinen.

(Tafel 27.)

a. Der Apparat Heron's von Alexandrien und die Maschine Blasco de Garay's

Die Erfindung der Dampfkraft, deren gigantische Arme die Mehrzahl unserer Fabriken in Bewegung setzen, welche unsere schwerbeladenen Eisenbahnzüge dahinbrausen macht, welche uns zum Trotz der launenhaften Windkraft mit unablässiger Ausdauer über die stürmenden und windtodten Oceane rudert, welche dem Impuls zur Umspannung unsers Erdballs mit dem den Handel, die Industrie, das Kriegswesen und den geistigen Verkehr mit nie geahnten Bahnen verbindenden Netz von Eisenschienen gab, welche selbst den Impuls unterstützte durch ihr Eingreifen in die [illegible]

des Eisens und der Steinkohle, welche über-
ı mächtigsten Umschwung in die Entwickelung
ik, des socialen und des politischen Lebens
– diese Erfindung wird wol als eine That
it betrachtet, wird als eine Schöpfung an-
welche gleich einer zweiten Pallas mit der
rüstet aus dem aufgeklärten Haupte unserer
nschaftlichen Zeitepoche fix und fertig heraus-
Jedoch nicht ganz mit Recht. Die Dampfkraft ist
sehr wol bekannt gewesen, und selbst die An-
derselben als motorische Substanz für treibende
ı war ihnen kein völliges Geheimniß. Ebenso
Andeutungen darüber vorfinden, daß schon
hunderte vor Christi Geburt Dampfkanonen
ıren, ebenso ist nachgewiesen, daß schon 120
eron von Alexandrien die Construction eines
veröffentlichte, welcher, im wesentlichen aus
elförmigen Kessel mit einer Drehachse und
ngebogenen Ausflußröhren bestehend, mittels
ſtraft, nämlich vermöge des aus jenen Röhren
den Dampfes, in Umdrehung versetzt wurde.
nachdem der Sinn für technische Erfindungen
frühen Zeitperiode an durch viele Jahr-
indurch bleischwer geschlummert hatte, einem
nen spanischen Documente zufolge im Jahre
dem Spanier Blasco de Garay zum Be-
Schiffen eine Dampfmaschine in Vorschlag
in, welche mit jenem Heron'schen Apparate
lich die größte constructive Aehnlichkeit hatte,
: wir daher nach unserer heutigen Bezeich-
: eine „Dampfturbine" nach Segner'schem
ennen würden.
darüber ist die historische Forschung klarer
geworden, daß die Entwickelung derjenigen
nsform der Dampfmaschine, welche sich für
praktische Verwendbarkeit bewährt erfunden
) in Hand geht mit der Entwickelung der
nschaften, mit der wachsenden Erkenntniß
ı Physik des Dampfes.
) die Alten, mit der Dampfkraft auf empi-
:ge wol bekannt geworden, doch den Dampf
elten, welche mit dem Wasser gemischt sei
das Feuer von demselben getrennt werde,
erst seit der Galilei'schen Forschungsepoche
ion zunächst die Eigenschaften der Luft und
es Dampfes ergründet, und an diese Er-
:sultate reiht sich auch die Erfindung oder,
ıt, die schrittweise Entstehung der praktisch
Dampfmaschine.

parate von Guericke und von Papin ıtmosphärische Dampfmaschine von Newcomen.

liegt keinem Zweifel mehr, daß der Ent-
ıng mit der Toricelli'schen Entdeckung der
s Luftdrucks und des Gewichts der At-
630) anhebt. Hieran reiht sich die Otto
e'sche Erfindung der Luftpumpe und die
ben deutschen Physiker, Ingenieur und
: Bürgermeister gemachte Erfindung eines
heit des Reichtags zu Regensburg (1654)
tigem Aufsehen neben den bekannten und
en Luftdruckhalbkugeln ausgestellten Appa-
er aus einem Cylinder und aus einem
lichen Kolben bestand, und in welchem der
els des Luftdrucks bewegt wurde. Dieser
t in der That die Grundform für unsere,
tigen Entwickelungsstufe stehenden Dampf-
ebildet. Die Leere, welche unter dem Kolben jenes Cylinders behufs der Entfaltung der Wirksamkeit des Luftdrucks entwickelt werden mußte, nicht, wie Guericke, mit dessen kraftfordernder Luftpumpe, sondern mit einfachern Mitteln zu erzeugen, bildete das Problem, dessen Lösung auf die Wege zur Erfindung der Dampfmaschine führte, und Papin, der in Blois geborene Arzt, Physiker und Mathematiker, war es, welcher während seiner Stellung als Professor in Marburg, nachdem er erfolglos das Schießpulver versucht hatte, im Jahre 1690 den Wasserdampf als solches Mittel verwendete.

Die Ausbildung seines Apparates zu einer Dampfmaschine, obgleich er sehr wohl allerhand Uebertragungsmechanismen für die Bewegung des Kolbens, namentlich behufs des Betriebes eines Schiffs erdachte, ist demselben jedoch nicht geglückt. Den weitern erfolgreichen Schritt zu thun, war vielmehr den Engländern Newcomen und Cowlay vorbehalten, welche 1705 den Guericke-Papin'schen Apparat mit einem Dampfkessel derartig in Verbindung zu bringen verstanden, daß, wenn auch immer noch keine Dampfmaschine, so doch eine mittels Dampf in Wirksamkeit gesetzte Luftdruck-, oder eine sogenannte atmosphärische Dampfmaschine entstand, welche zum Betriebe der Pumpengestänge der Bergwerke und später zum Betriebe von rotirenden Wellen sich als vollkommen zweckmäßig erwies.

Auf Taf. 27, Fig. 4 ist eine solche Newcomen'sche Maschine in einer ihrer höhern Entwickelungsstufe angehörigen Constructionsform abgebildet. Auf dem zur Hälfte in einem gemauerten Ofen steckenden kuppelartigen Dampfkessel erscheint unmittelbar der Papin-Guericke'sche Cylinder mit darin beweglichem Kolben angebracht. An dem Kolben ist eine Gelenkkette befestigt und über ein Segmentstück gelegt, welches an einem hölzernen doppelarmigen Hebel, dem sogenannten Balancier, sitzt. Dieser in seiner Mitte um Zapfen schwingbar gemachte Balancier erscheint andererseits mit einer Lenkstange, einer Kurbel und einer mit Schwungrad ausgerüsteten rotirenden Welle in Verbindung, während an demselben außerdem noch zwei mittels Ketten ebenfalls an zwei Segmentstücken befestigte Stangen gehängt sind. Der oben völlig offene Cylinder läßt den Luftdruck auf den Kolben wirken und diesen sammt dem beschriebenen Mechanismus bewegen, sobald in seinem untern Raume eine Leere entwickelt ist, und diese Leere wird durch Verdichtung des vorher in diesen untern Raum gelassenen Dampfes erzeugt. Es ist also bemerkenswerth, daß als eigentlich treibende Kraft nicht der Dampf, sondern der durch die Verdichtung des Dampfes befreite Luftdruck auftritt. Die Anwendung der bezeichneten Gelenkkette läßt eine Geltendmachung der directen Dampfkraft an dieser Maschine nicht einmal aufkommen.

Die Verdichtung oder Condensation des Dampfinhaltes, bei den ersten Maschinen einfach durch äußerliches Begießen des Cylinders mit kaltem Wasser bewerkstelligt, wird bei dieser vervollkommneten Construction mittels innerlicher Einspritzung von Wasser bewirkt, welches dem oben erkennbaren, durch die Maschine selbst fortwährend vollgepumpten Reservoir entnommen wird. Das abwechselnde Einlassen und Abschließen des Dampfes, das sogenannte Steuern der Maschine, welches ursprünglich einfach mittels Oeffnens und Schließens eines Hahnes durch die Hand eines Arbeiters geschah, wird hier mittels eines mit der vorn sichtbaren verticalen Stange in Verbindung gebrachten Mechanismus bewirkt, eine bahnbrechende Verbesserung, welche durch den zufällig rege gewordenen kindlichen Erfindungssinn eines die Maschine beaufsichtigenden Knaben Potter 1716 entstanden sein soll.

Auch die wichtige Verbesserung der erwähnten innerlichen Einspritzung ist das Resultat nicht sowol einer scharfsinnigen Speculation, als einer mit gesunder Beobachtungsgabe ausgebeuteten, sich von selbst darbietenden Erfahrung.

c. Die Dampfmaschine von Watt.

Die weitern hierauffolgenden Vervollkommnungen wachsen jedoch wieder an dem Baume der wissenschaftlichen Erkenntniß und werden, nachdem die Maschine in der geschilderten Form über ein halbes Jahrhundert nützlich gewesen war, von jenem Manne zur Reife gebracht, welcher vermöge der Doppelbefruchtung seines erfinderischen Geistes durch eine praktische Thätigkeit und durch ein auf gute Schulbildung gegründetes Studium der Physik der Wärme und des Dampfes eine ganz besondere Anwartschaft auf die Erfindung derselben hatte, und welcher nicht nur durch seine praktischen Erfindungen, sondern auch durch seine wissenschaftlichen Arbeiten über sämmtliche Mitarbeiter an der Entwickelung und Vervollkommnung der Dampfmaschine um Riesenlänge hervorragt. James Watt's bedeutendste Verbesserung ist die Anfügung eines von ihm erfundenen Condensators an die Newcomen'sche Maschine (1765).

Taf. 27, Fig. 5 ist ein solcher Apparat abgebildet. Anstatt die Verdichtung im Cylinder selbst vorzunehmen, ist ein unterhalb des Cylinders aufgestellter, festverschlossener eiserner Kasten angebracht, in welchen man den Dampf abströmen und das Einspritzwasser einfließen läßt. Da aber sowol das eingespritzte Wasser als der condensirte Dampf nach kurzer Zeit den ganzen Kasten anfüllen würde, so mußte mit demselben eine Pumpe (rechterhand) in Verbindung gebracht werden, welche außer dem Wasser auch noch die in letzterm enthaltene Luft fortwährend auffaugt und fortschafft, und welche daher die Luftpumpe genannt wird.

Ferner machte Watt die Maschine doppelt wirkend, d. h. er schloß den Newcomen'schen Cylinder auch oben mit einem Deckel ab, brachte statt der Gelenkkette eine Kolbenstange und eine dieselbe abdichtende Stopfbüchse an und ließ nun den Dampf nicht nur in den untern, sondern auch in den obern Raum des Cylinders, sowol über als unter den Kolben treten. Wird noch der von Murray 1799 erfundene Muschel- oder Ω-Schieber, welcher den ursprünglich angewendeten Steuerhahn und die später an Stelle des letztern angebrachten Ventile ersetzen sollte, hinzugenommen, so entsteht für den Hauptbestandtheil der Maschine, für den Cylinder mit nächstem Zubehör, die in Fig. 9 im Durchschnitt dargestellte, allerdings modernisirte Gestalt. Darin ist der frisch zuströmende Dampf milchig gefärbt veranschaulicht. Man erkennt, daß derselbe vom Kessel mittels des Dampfrohres D zunächst in den Dampfkasten CE geleitet wird und von hier aus in Fig. 9I über und in Fig. 9II unter den Kolben K tritt, und zwar vermittels der Dampfkanäle de und fg. In I wird daher der Kolben abwärts, in II aufwärts gedrückt, was jedoch nur geschehen kann, wenn gleichzeitig der bereits gebrauchte und vor dem Kolben befindliche Dampf in den Condensator abzuströmen vermag.

Zu diesem letztern Zwecke dienen abermals die Dampfkanäle gf und cd, dient ferner das Ausblaserohr O und dient endlich, ebenso wie zum abwechselnden Einlassen des Dampfes, der Muschelschieber AB. Dieser Muschelschieber erhält die behufs der geschilderten Steuerung des Dampfes erforderlichen, in I und II verzeichneten Stellungen durch die Maschine selbst vermittels eines mit der Schieberstange F in Verbindung gebrachten Mechanis... ist G die Kolbenstange und S ... und die in der Mitte des Bodens ... wird in Wirklichkeit mit einem ... welcher das im Cylinder angesam... Zeit zu Zeit entfernen läßt.

Watt hat ferner zum Zwecke der ... Kolbenstange das nach ihm benann... gramm und behufs Regulirung des ... Ganges der Maschine den auf eine ... wirkenden Centrifugalregulator ... nische Pendel an der Maschine an...

Letzterer Apparat, auch an den ... der Jetztzeit durch die beiden in ... lichen glänzenden Kugeln in die Au... an den meisten der auf Taf. 28, 29 ... gebildeten Maschinen genügend erken... hier jedoch die verschiedenartigsten, ... lichen Construction abweichenden Form...

In Fig. 3 auf Taf. 27, welche ... Watt'sche Maschine der vervollkomm... stellt, sieht man ihn nur zum Theil, ... die Kolbenstange mit dem schwingen... Verbindung bringenden Parallelogramm ... ständig. Ferner tritt in dieser Figur ... das aus sechs Säulen, einem eisernen ... und einem obern, architravartigen Ri... solide Gestell hervor, in welches ... kommnete Maschine einschloß und dem ... durch bedeutend erhöhte.

Der die Abkühlung des arbeitenden ... hütende oder doch wesentlich vermi... in welchen Watt den Cylinder hüllte, ... licher in Figur 2 zu erkennen, ... Dampfcylinder mit Mantel K und ... um die Luftpumpe gruppirten Ge... Durchschnitt darstellt und übrigens ... Maschine tragende Gestell, sowie in ... G einen, das Watt'sche Parallelogram... Mechanismus zeigt.

Während der nicht mit Unrecht als ... der Dampfmaschine verherrlichte Watt ... findungen weniger auf Grund der ... schaffenheit des Dampfes als auf ... scheinungen der Wärme machte, indem ... bringung des Condensators und der ... sowie durch Abschließen des oberen ... gegen die eindringende kalte Luft ... Abkühlungsverluste beseitigte, durch ... comen'sche Maschine für viele Anw... unökonomisch wurde, so hat er sich ... zu einer Verbesserung gelegt, wel... vortheilhaften Ausnutzung der Dam... Rang einnimmt; er hat nämlich auch ... wirkung des Dampfes eingeführt. ... entsteht, wenn der Dampfzufluß unt... bis zu dieser Unterbrechung in den C... Dampf sich selbst überlassen wird, d... am Ende seines Laufs angekommen ... besteht darin, daß der Dampf, nach ... abgeschlossen ist, also sich nicht mehr ... den Kolben, wenn auch mit fortwä... werdender Kraft weiter fortschiebt. ... der Hälfte des sonst erforderlichen ... kann man vermittels der Expansion ... viel mechanische Arbeit gewinnen, ... findende Ausdehnung bis auf das ... unter allmählicher Druckverminderung ... der ursprünglichen Spannung entste...

Behufs Ermittelung des genauen

winns hat man die zwischen Spannung und
em Volumen des abgeschlossenen, sich expan-
Dampfes bestehende gesetzmäßige Beziehung
n, eine Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung,
r seit Watt's Zeiten mit allem Aufwande
fsinn gearbeitet wurde. Man hat aber auch
leichen Zwecke die abkühlenden Einwirkungen
Cylinderwandungen und diejenigen der durch
ten entstehenden Dampfverluste zu wissen.
zusammengesetzte Thätigkeit aller dieser und
weiter Componenten auf empirischem Wege
estehenden Maschine zu erfahren, hat schon
Instrument erdacht und angewendet, welches
rter, moderner Richard'scher Constructions-
) Fig. 8 auf Taf. 27 dargestellt ist, und der
r genannt wird.
Instrument, wenn durch Aufschrauben mit
i Raum des Dampfcylinders in Verbindung
reibt die verschiedenen, während der Dauer
es aufeinanderfolgenden Dampfdrücke in
lossenen Curve auf einen Papierstreifen ver-
s Kolbens, welcher einerseits mit einem
hanismus und einer ihn festhaltenden Feder
ung steht und andererseits vom Cylinder-
rade so wie der große Dampfkolben ge-

a diesem Instrumente aufgezeichnete Indi-
gramm läßt die im Cylinder während
s stattgehabte Dampfwirkung berechnen, ein
bgebildeter Zählapparat gibt, mit einem
heile der Maschine in Verbindung gebracht,
bener Zeit gemachte Anzahl von Hüben an,
Fig. 6 abgebildeter Wassermesser ver-
e Messung des Dampfquantums, welches
ner Zeit in den Cylinder geleitet wurde.
sen Beobachtungselementen werden Schlüsse
irkungs- oder Gütegrad der Dampfmaschine
s wird mit denselben die indicirte Pferde-
der Dampfverbrauch pro Indicator-
berechnet.
res bereits früher beschriebenes Instrument,
r auf Taf. 24 in Fig. 21 abgebildete
Zaum läßt, auf der Schwungradwelle an-
ie von der Maschine geäußerte Leistung in
n oder effectiven Pferdestärken messen
rgleich mit der Indicator-Pferdestärke den
g feststellen, welcher von den Widerständen
ismus der Maschine aufgezehrt wird.
uf diese Weise ermittelt worden, daß die
Watt'schem System sorgfältig construirten
mit einem gegebenen Steinkohlenquantum
viel leisten, als die Newcomen'schen.
erausbildung der Taf. 27, Fig. 3 dargestellten
nnenen Gestalt der Maschine ist indessen
allein thätig gewesen. Wie schon der bei
schriebene Muschelschieber die Erfindung
st, so stammt auch die Anbringung des
nismus und des Schwungrades an die
n andern Erfindern oder Verbesserern her.
diese Erfinder lauter Engländer, und dieser
wie der fernere, daß zu Watt's Zeiten der
eist in England überhaupt ungewöhnlich
nd seine Ideen an der Hand eines nicht
tig pulsirenden Unternehmungssinnes auf
die politischen Verhältnisse und durch ver-
ntgesetze consolidirten Boden der praktischen
und Ausprobirung zuführen konnte,
änder zu der Anmaßung gebracht, die ganze
findung der Dampfmaschine, ja auch der
Dampfkraft für sich in Anspruch zu nehmen.

Verletzt durch diese Anmaßung und erfüllt von einer sonderbaren Geschmacksrichtung für französisches Wesen ist in Deutschland mit ungewöhnlicher Leichtgläubigkeit die später von Arago ausposaunte Behauptung angehört und nachgefabelt worden, daß ein gewisser Salomon de Caus der wahre Erfinder von Dampfkraft und Dampfmaschine sei. Allein dieser, mit der Duldermiene des verkannten und verfolgten Genies und mit den Attributen des intriguenhaft geistig und körperlich gemordeten Weltverbesserers, dem empfindsamen Publikum vorgeführte, einfache Hydrauliker und Gartenbaumeister hat weiter nichts Diesbezügliches vollbracht, als in einer müßigen Stunde 1615 ohne Prätension der Neuheit eine recht mangelhafte Abbildung und Beschreibung von einem Wasser ausspritzenden, kleinen Dampfkessel à la Heron von Alexandrien bei Gelegenheit der Veröffentlichung eines Buchs über Gartenwasserkünste zu geben, und der schlagendste Beweis von der völligen Unzugehörigkeit dieses in Heidelberg wohnhaft gewesenen Franzosen zu den Mitarbeitern an der Entstehung der Dampfmaschine ist die Thatsache, daß selbst französische Schriftsteller neuerdings jene Arago'schen Verherrlichungen als völlig unechte „Schönfärberei" wahrheitsgemäß bezeichnen.

Das gleiche Verdict läßt sich aber auch über den Marquis of Worcester sprechen, welchen die Engländer mit britischer Hartköpfigkeit und Ausdauer noch immer als den Entdecker der doch nachgewiesenermaßen schon vor Christi Geburt bekannt gewesenen Dampfkraft und als den vom Beobachter des siedenden Theekessels herangereiften Erfinder der ersten Dampfmaschine glaubhaft zu machen versuchen (1663).

Und endlich kann auch der Engländer Savery nicht unbedingt in die Reihe der an dem Erfindungswerke der Dampfmaschine thätig gewesenen Männer mit aufgezählt, geschweige denn der eigentliche Erfinder genannt werden, weil seine Erfindung nur ebenso uneigentlich eine Maschine genannt zu werden verdient, wie man eine Koch- oder eine Kaffeemaschine eine Maschine heißt, indem sie weder einen Kolben, noch einen Balancier, noch eine Kurbel und Lenkstange, noch sonst einen sinnreichen Bewegungsmechanismus hatte, sondern nur behufs des Wasserhebens mit Anwendung einiger Pumpenventile von der Condensationswirkung des Dampfes und der Druckwirkung der Atmosphäre Gebrauch machte. Allein insofern als Savery diesem seinem mit Dampf in Thätigkeit gesetzten Wasserhebungsapparat eine vor seiner Zeit (1701) noch nie gekannte praktische Brauchbarkeit zu ertheilen verstand, und insofern er einen Dampfkessel construirte, ohne welchen Newcomen und Cowlay ihre vortheilhafter wirkende Maschine nicht in Gang setzen konnten und ihn daher an ihrem Patentrechte participiren ließen, mag sein Name auf den Blättern der Erfindungsgeschichte der Maschine einen Platz eingeräumt erhalten.

Nur muß betont werden, daß bereits angeführtermaßen fast ein halbes Jahrhundert vor Savery und Newcomen, wo wir Deutschen nach einer beliebten Darstellungsweise unserer Nachbarnationen in den Mond gesehen und uns lediglich mit unfruchtbaren hypertranscendentalen Philosophien beschäftigt haben sollen, der Keim zu der Erfindung der Dampfmaschine aus dem Luftdruckapparate des Otto von Guericke herauswuchs und auf deutschem Boden unter dem Anreiz deutschen Unternehmungssinnes die Frucht des Papin'schen Dampfcylinders trieb, welcher als der Urtypus der heutigen Dampfmaschine betrachtet werden muß, und ohne welchen Newcomen und Cowlay ur-

kundlich ihre praktisch brauchbare atmosphärische Dampfmaschine nicht erdacht haben würden.

Auch ist ferner noch zu betonen, daß selbst Watt und seine Mitarbeiter nur ganz allmählich, schüchtern Schritt für Schritt die eigentliche Dampfmaschine aus der atmosphärischen Maschine entwickelten, daß sie nicht etwa die Staunen und Grauen erregende, Vernichtung und Zertrümmerung verbreitende Gewalt der Dampfkraft zu zähmen und zu zügeln verstanden, sondern daß sie fortwährend die mehr beschwichtigende Wirkung der Condensation des Dampfes behufs Erzeugung einer Toricelli'schen Leere im Sinne des Guericke'schen Apparats dienstbar zu machen suchten.

d. Die Hochdruckdampfmaschine von Leupold und Evans.

Wiederum in Deutschland, nämlich von dem höchst fruchtbaren technischen Schriftsteller Leupold wurde schon 1724 durch Zeichnung und Beschreibung der erste Vorschlag zu einer Hochdruckdampfmaschine, d. h. zu einer Maschine gemacht, welche nicht mit Hülfe, sondern unter Bekämpfung des atmosphärischen Drucks mittels des entsprechend kräftiger angespannten Dampfes wirksam wird, und welche daher des Condensators entbehren kann.

Diese Leupold'sche, klar ausgesprochene Idee wurde dann 71 Jahre später, also 1795, nachdem in Deutschland 1740 von Segner die Turbine und 1753 von Winterschmidt die Wassersäulenmaschine erfunden war, von dem Amerikaner Oliver Evans praktisch verkörpert.

Mehr und mehr griff die Erkenntniß Platz, daß der hochgespannte Dampf über den Niederdruckdampf hervorragende vortheilhafte Eigenschaften besitzt, und diese Erkenntniß führte zu den Versuchen der Anwendung von Dampfdrücken bis zu 10 und 20 Atmosphären. Allein die erhöhte Gefahr der diesfällig anzuwendenden Kessel, die raschere Abnutzung der Maschine und namentlich die bedeutendern Dampfverluste durch Undichtheiten haben diese Versuche mißglücken lassen, sodaß in der großen Praxis nur gradatim bis zu drei, vier und sechs Atmosphären vorgegangen wurde und erst neuerdings wieder vereinzelte Bestrebungen mit der Anwendung von 10 und 15 Atmosphären Druck auftreten.

Der Condensator, wenn auch bei diesen höhern Spannungen entbehrlich, steigert doch den Ausnutzungsgrad in den Fällen bedeutend, in welchen von der Expansionswirkung Nutzen gezogen werden soll, und diese Fälle sind die häufigsten, dieser Nutzen ist ein sehr erklecklicher.

Daher geht Hand in Hand mit den Bestrebungen der Anwendung höherer Spannungen, die glücklicher durchgeführte Bemühung der Anwendung höherer Expansionsgrade, sodaß heutzutage in dieser Beziehung das Aeußerste geleistet wird.

e. Die Woolf'sche Maschine.

Aus einem Misverständnisse betreffs der Expansionswirkung erfand Woolf 1804, nachdem Hornblower schon 1781 ein diesbezügliches Patent genommen hatte, eine Maschine mit zwei Dampfcylindern von einer solchen Wirkungsweise, daß der Dampf, nachdem er in dem kleinern der Cylinder gewirkt hatte, in den größern überströmte und hier in ausgedehntem Grade vermittels der Expansion wirksam wurde.

Eine solche, nach Woolf benannte Maschine, jedoch in moderner Constructionsform, stellt Taf. 27, Fig. 1 dar. Die beiden Cylinder stehen dicht hintereinander und wirken vermittels ihrer Kolbenstangen auf den Balancier, welcher auf dem aus vier gußeisernen Pfeilern gebildeten Gestell schwingt und anderseitig mittels Pleuelstange und Kurbel mit der in Umdrehung zu versetzenden Schwungradwelle verbunden ist.

Diese Woolf'schen Maschinen, obgleich leicht die von ihrem Erfinder erstrebten Vortheile realisirend, lassen doch die Dampfkraft in einer Weise ausnutzen, welche, abgesehen von einem auch durch ihre zwei Schwungräder mit eincylindrigen Maschinen erreichbaren gleichförmigern Gange, ihnen längere Zeit hindurch die Anerkennung der Superiorität über eincylindrige Maschinen erworben und auch jetzt noch nicht unbedingt und entschieden wieder genommen hat.

Um eine Vorstellung von dem Mechanismus zu geben, welcher mit Anwendung von sogenannten schleichenden oder gleitenden Schiebern die Expansionswirkung erreichen läßt, dienen die figürlichen Darstellungen der Fig. 10.

Im besondern stellt diese Figur im Durchschnitt die nach ihrem Erfinder benannte Farcot'sche Steuerung dar, welche sich noch immer vielfach der Bevorzugung erfreut.

Der im Dampfkasten D enthaltene Schieber hat die Form des in Fig. 9 und 2 ersichtlichen Rund- oder Steuerschiebers; auch wird derselbe, wie dort, mittels der Schieberstange B und eines Excentrik- oder Kurbelmechanismus von der Schwungradwelle aus über den Dampfkanälen d und d_1 hin- und hergeschoben. Jedoch hat er links und rechts eine Erweiterung erhalten, durch welche die Kanäle b und b_1 gedeckt werden, und außerdem trägt er auf seinem Rücken einen zweiten Schieber $c c_1$, welchen er vermöge des Reibungswiderstandes auf seinem Hin- und Hergange solange mitnimmt, bis ein Anstoß an eine excentrisch der Welle ef verstellbare excentrische Scheibe erfolgt.

Nr. I zeigt die Stellung beider Schieber in dem Zeitpunkte, wo der Kolben auf seinem rechtsseitigen todten Punkte sich befindet, d. h. wo derselbe in der Bewegungsrichtung auf der rechten Seite wechselt und daher momentan in Ruhe ist. Von da an wird der Schieber A durch den Gang der Maschine nach links in die Stellung Nr. II geschoben, sodaß durch b_1 der Dampf hinter den Kolben gelangen und denselben ebenfalls nach links treiben kann. In Nr. III ist der Dampfzufluß durch den Schieber c unterbrochen, es beginnt also die Expansionswirkung des abgeschlossenen Dampfes und zwar ehe noch der Kolben bis zur Hälfte seines Hubes vorgeschritten ist. In Nr. IV hat der Muschelschieber A seinen Rückweg nach rechts wieder angetreten, während der Dampf noch unter Expansionswirkung weiter nach links fortschreitet. In Nr. V ist der Kolben am Ende seines Hubes, also auf seinem linksseitigen todten Punkt angekommen und wird kurz darauf von dem durch den weiter nach rechts sich bewegenden Schieber A bei b_1 und d_1 eingelassenen Dampfe wieder zurückgetrieben. Auf diesem Rückgange wiederholen sich dieselben Vorgänge und das Spiel der Maschine setzt sich in gleicher Weise fort. Es konnte der vor dem Kolben befindliche Dampf von der Stellung I an bis zur Stellung V aus dem geöffneten Kanale d_1 durch die Höhlung a des Schiebers und durch das Abblaserohr o entweichen, und ebenso bei dem Rückgange des Kolbens durch den Kanal d ab.

2. Maschinen von verticaler Aufstellung ohne Balancier.

(Tafel 28.)

Die Erfindung der Hochdruck-Dampfmaschinen ohne Condensator hat die Anwendung des schweren, auf dem Höhenpunkte eines massigen Gestells oder Ge-

vingenden Balanciers unnöthig erscheinen die von diesem doppelarmigen Hebel hin- ewegende Stange der Luftpumpe in Weg- Auch hat man den Balancier, obgleich er ıtage vielfach einen Bestandtheil von neu- Maschinen bildet, selbst bei Anwendung von ren als eine antiquirte historische Ueber- ngesehen. Man hat diesfalls die Kolben- der Lenkstange in directe Verbindung ge- behufs der Bewegung der Luftpumpe, der und Speisepumpe, entweder kleinere Hebel n, oder Excentrics angeordnet.

Taf. 28 und 29 sind derartige Constructions- estellt. Die erste dieser Tafeln zeigt zu- e Anordnungen, bei welchen die verticale s Cylinders beibehalten wurde. In den 6 und 8 sind die Cylinder auf einer und die Schwungradwellen oben auf dem ı oder aus Säulen und Trägern gebildeten eordnet. In Fig. 5, 7 und 9 befinden linder oben auf dem Gerüste und die wellen unten und zwar derartig, daß die aus den Böden der Cylinder nach rt ist. In Fig. 2 dringt die Kolben- leich der Cylinder ebenfalls über der velle angebracht ist, oben aus dem Deckel s, und zwar gebührt dieser Anordnung, ay 1807 eingeführt, der historische Vor- übrigen.

llt übrigens eine Maschine von Rowan das Woolf'sche zweicylindrige System in Maßstabe verwirklicht. Es arbeitet nämlich der Dampf in drei Cylindern, und zwar ıem mittlern kleinen und dann in zwei rn. Auch Legavrian hat eine solche Ma- i Cylindern, jedoch sonst, in völlig anderer cuirt.

ıende Abbildung, welche die Anwendung auf die Bewegung einer Schiffsschraube ıt obenein eine Zwillingsmaschine, d. h. ei Einzelmaschinen zusammengesetzte Ma- sechs Dampfcylinder daran angebracht nen je drei gesonderte Dampfzuleitung alle auf ein und dieselbe Betriebswelle as vorn sichtbare große cylindrische Gefäß fläch en condensator, d. h. ein Conden- nicht gleich dem Watt'schen, mittels ıssereinspritzung, sondern mittels äußerer ine dampfverdichtende Wirkung äußert, astet an der Maschine noch die Eigen- ıaß dieselbe mit überhitztem Dampfe , eine Eigenthümlichkeit, welche man vor nien behufs noch weiterer besserer Aus- Dampfwärme vielen Maschinen ertheilte, ünden praktischer Unzuträglichkeit später te.

eine von jenen kleinen, für die Haus- ndbaren Maschinen dar, bei welchen die schine unmittelbar mit dem Dampfkessel sodaß der letztere das Gestell für die-

14 und 15 sind bereits bei den Dampf- besprochen, die Fig. 11, 12 und 13 werden euerungsmechanismen beschrieben werden. die Abbildung einer Diagonalmaschine, der im Verhältniß zu der horizontalen Richtung diagonal angeordneten Lage ısen. Jeder der beiden mittels recht- lten Kurbeln auf die oben angebrachte le wirkenden Cylinder erhält separate Dampfzuleitung. Es ist also keine Woolf'sche, zwei- cylindrige, sondern eine Zwillings- oder doppelcylindrige Maschine.

Hinsichtlich der Stellung der Cylinder bildet dieselbe den Uebergang zu den:

3. Maschinen von horizontaler Aufstellung.

(Tafel 29.)

Fig. 2 stellt eine Maschine für größere, Fig. 4 eine solche für kleinere Leistungen dar. Der Cylinder, die Geradführung und das eine der beiden Schwungradlager sind auf einer eisernen Fundamentalplatte befestigt, und die letztere ist mit einem steinernen Fundamente verschraubt. In Fig. 3, einer Maschine für sehr kleine Leistungen, ist das Schwungradlager mit dem die Rolle des steinernen Fundamentes mitübernehmenden gußeisernen Fundamente behufs Erstrebung einer solidern und für manche Gegenden (Amerika) auch billigern Construction zusammengegossen.

Fig. 1 zeigt eine doppelcylindrige oder Zwillingsmaschine.

Fig. 7 ist dagegen eine zweicylindrige oder Woolf'sche Maschine mit der besondern Eigenthümlichkeit, daß die Kurbeln um einen rechten Winkel gegeneinander verstellt sind, und daß demnach die Kolben nicht wie bei dem eigentlich Woolf'schen System parallel miteinander sich bewegen, sondern zu verschiedenen Zeitpunkten ihre todten Punkte passiren. Behufs der Ermöglichung dieser Wirkungsweise ist noch ein dritter Cylinder, oder besser gesagt ein cylindrisches Gefäß unterhalb angebracht (hier punktirt dargestellt), in welches sich der aus dem kleinen Cylinder abströmende Dampf zunächst ergießt, um alsdann erst in den großen Cylinder zu gelangen. Dieses Gefäß hat den Zweck, die Dampfdrücke auszugleichen und könnte daher Compensator (nicht Condensator) genannt werden, und der Zweck dieser Constructionsform der von Walter May in Birmingham auf der londoner Ausstellung 1862 ausgestellten Maschine ist die Bewirkung eines gleichförmigern Ganges. Uebrigens hat der Condensator mit Luft- und Speisepumpe, mittels einer Schüttelwelle bewegt, vorn an der Seite der Maschine seine Stellung erhalten.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Corliß-Maschine, die erstere von der Vorderseite in perspectivischer, die letztere von der Rückseite in geometrischer Ansicht. Letztere Figur stellt namentlich den hervorragendsten Bestandtheil dieses Maschinensystems dar, nämlich die Steuerung.

Hinsichtlich derselben erscheint hier vor genauerer Beschreibung dieser Maschine ein historischer Rückblick am Platze.

Die Steuerungen.

Der erste Steuerungsmechanismus, wie er an den Newcomen'schen Maschinen angebracht wurde, war ein einfacher Hahn. Dieser Hahn wurde ursprünglich von Menschenhand und später mittels eines Mechanismus bewegt, welchen man die äußere Steuerung zu nennen pflegt. Jener Hahn wurde bei Einführung des Condensators und der Doppelwirkung der Maschine durch Ventile und später durch den Muschel-, D- und Ω-Schieber ersetzt, welche Organe man im Gegensatz zu denen der äußern Steuerung die innere Steuerung zu nennen pflegt. Der Muschelschieber ist eine geraume Zeit in Anwendung geblieben und durch Anbringung von äußerer und innerer Ueberdeckung (Ueberlappung) auch als Expansionsschieber, d. h. behufs der Bewirkung der Expansion benutzt. Die Unzulänglich-

keit desselben für letztern Zweck hat alsdann eine größere Anzahl aus zwei Schiebern combinirter Constructionen entstehen lassen, bei welchen dem einen lediglich oder doch vorzugsweise die Rolle des ursprünglichen Muschelschiebers als Dampfvertheiler übertragen wurde, während der andere die Expansion zu vollziehen hatte. Einige solcher Constructionen sind in Fig. 13 auf Taf. 28 und in Fig. 8 und 12 auf Taf. 29, sowie in Fig. 10 auf Taf. 27 dargestellt.

In der ersten dieser Figuren ist der Steuermechanismus von Gonzenbach abgebildet. Der Muschelschieber A wird hier mittels einer Excentricstange auf dem sogenannten Schieberspiegel des Dampfkastens B hin- und herbewegt und öffnet bald den einen, bald den andern der beiden nach dem Cylinder führenden Dampfkanäle, während er den mittlern, den Abblasekanal, bald mit dem andern und bald mit dem einen dieser Kanäle in Verbindung setzt. Solange der in einer zweiten Dampfkammer C befindliche zweite Schieber E, welcher ebenfalls mittels einer Excentricstange bewegt wird, die Durchbrechung D offen hält, kann frischer, durch die Leitung F herzugeführter Dampf in den Cylinder gelangen. Sobald aber ein Abschluß von D erfolgt, tritt Expansion ein.

In Fig. 8 auf Taf. 29 ist der zweite, ebenfalls von einer Excentricstange bewegte Schieber direct auf dem Rücken des Muschelschiebers angebracht, und letzterer hat zu dem diesbezüglichen Zwecke eine Erweiterung behufs Anbringung zweier Kanäle erhalten, welche von dem Expansionsschieber abwechselnd nach Maßgabe des Expansionsgrades geschlossen werden. Um den Expansionsgrad verändern zu lassen, besteht dieser Meyer'sche Schieber aus zwei Theilen, welche mittels zweier, an der drehbaren Schieberstange angebrachten Schraubenmechanismen mehr oder weniger voneinander entfernt werden können.

Bei der Steuerung von George in Fig. 12 auf Tafel 29 ist zwischen dem mit Kanälen versehenen Muschelschieber und dem mittels besonderer Excentricstange bewegten Expansionsschieber eine aus zwei übereinanderliegenden Theilen bestehende Platte angebracht, und hierdurch der Dampfkasten, ähnlich wie in Fig. 13 auf Taf. 28, in zwei mittels verschließbarer Oeffnungen communicirende Hälften getheilt. Dadurch, daß die beiden mittlern Bestandtheile des obern Theils jener Platte mittels Zahnstange und Zahnrad verschoben werden können, indem letzteres mittels einer durch den Deckel des Dampfkastens gesteckten Stange oder Spindel drehbar ist, läßt sich der Expansionsgrad beliebig verändern.

Auch bei der bereits auf Seite 72 besprochenen Steuerung von Farcot wird eine Veränderung des Expansionsgrades durch eine Spindel möglich gemacht, welche durch eine im Deckel des Dampfkastens angebrachte Stopfbüchse mit einer drehbaren excentrischen Anstoßscheibe in Verbindung steht.

Nachdem mehr und mehr die Erkenntniß Raum gewann, daß die Veränderung des Expansionsgrades den Vortheil einer bessern Dampfbenutzung noch nicht völlig erreichen läßt, wenn dieselbe blos von der Hand des Maschinenführers bewirkt wird, sondern daß sie vollgewichtiger in Wirksamkeit tritt, wenn sie von der Maschine selbst je nach deren zu durchlaufenden wechselvollen Kraftentwickelungsphasen geregelt wird, so hat man den Verstellungsmechanismus des Expansionsschiebers mit dem Regulator der Maschine in Verbindung gebracht und hierdurch unter Fortlassung der die Geschwindigkeit regelnden Drosselklappe bewirkt, daß die Maschine ihren gleichförmigen Gang nicht wie früher infolge Drosselung, d. h. Druckverminderung, des Dampfes, sondern durch Veränderung des Expansionsgrades erhält, oder auch mit andern Worten, daß für jede bei constant bleibender Geschwindigkeit von der Maschine abzuleistende Effectsgröße der Dampf ungedrosselt, d. h. mit seiner größtmöglichen Spannung zur anfänglichen Wirkung gelangt.

Ein diesbezüglicher Verstellungsmechanismus, welcher für die in Fig. 10 auf Taf. 27 abgebildete Steuerung angewendete, ist auf Taf. 29 in Fig. 9 dargestellt.

Mit der verlängerten Hülse des von einer sichtbaren horizontalen Welle betriebenen konischen Pendels sind zwei Frictionsscheiben verbunden; zwischen den letztern ist ein in dieselben eingreifender Reibring angebracht, welcher konische Räder enthält. Bei plötzlicher Zunahme oder Abnahme der Geschwindigkeit der Maschine kommt die untere oder obere der Frictionsscheiben in Eingriff und bewegt die konischen Räder nach links oder nach rechts herum. Mit diesen konischen Rädern in Eingriff gebracht ist ein Rad der obern horizontalen Welle wird daher von letztern ebenfalls bald nach links oder nach rechts gedreht und bewegt daher die mit ihm mittels Schraube in Verbindung gebrachte Spindel des Expansionsventils bald nach der einen, bald nach der andern Richtung solange, bis die normale Stellung des konischen Pendels erreicht und hierdurch jede der Frictionsscheiben außer Eingriff gebracht ist.

Eine recht einfache diesbezügliche Vorrichtung, welche schon einer frühern Periode der Entwickelungsgeschichte angehört, aber freilich eine nicht sehr vortheilhafte Wirkungsweise hat, ist auf Taf. 30 in Fig. 1 dargestellt.

Linkerhand dieser Figur erscheint durchschnittlich ein Stück des Cylinders mit den Dampfkanälen, ein Stück des Dampfkasten und dem darin auf gewöhnliche Weise beweglichen Muschelschieber und mit einem in der Scheidewand des Dampfkastens befindlichen Ventile. Dieses Ventil wird geöffnet und geschlossen durch den Regulator vermittels einer horizontalen Stange eines, in dem rechterhand dargestellten unteren Theile des Regulators sammt Gestell erkennbaren kleinen Stücks, welches von dem Regulator gehoben und gesenkt, beziehentlich gedreht wird und hierdurch das Expansionsventil früher oder später zum Schluß bringt.

An Stelle der Muschelschieber, welche mittels des Excentricsmechanismus (Kurbelmechanismus) eine hin- und hergehende Bewegung erhalten, wurden auch oscillirende Schieber (Fig. 11 auf Taf. 29) verwendet, und dieselben wurden ferner derart eingerichtet, daß sie durch eine fortgesetzte Kreisbewegung die Dampfvertheilung bewirkten.

In gleicher Weise wurde der ursprünglich verwendete Hahn zu einem Hahnschieber ausgebildet, wie er in Fig. 12 auf Taf. 28 nach einer Construction von Maudslay dargestellt ist. Mittels dieses oscillirend oder rotirend bewegten Hahnschiebers wird der Dampf dem Cylinder, wie bei Anwendung des Muschelschiebers, mittels zweier Dampfkanäle zugeführt und aus demselben mittels derselben abgeleitet.

Endlich sind auch die Ventile, welche bei den ohne rotirende Bestandtheile wirkenden Wasserhebungsmaschinen nie außer Anwendung kamen, später auch für die kleinern mit rotirenden Organen versehenen den Maschinen benutzt worden, namentlich seitdem verbesserte, das durch den Dampfdruck erschwerte Oeffnen derselben bedeutend erleichternde Constructionen zu Stande, d. h. seitdem aus ihnen Doppelsitzventile wurden (Fig. 11 auf Taf. 29).

eines einzigen, mit Expansionsvorrichtung Muschelschiebers wurden dann vier solcher gebracht, zwei für den Dampfeinlaß, zwei)ampfauslaß, und je eins dieser zwei für eins für die andere Seite des Kolbens. nordnung, vereinigt mit einem der früher selbstthätigen Verstellungsmechanismus für on, bildet nun den Hauptbestandtheil der chine und der größern Anzahl der auf der ier Weltausstellung bemerkbar gewesenen,)dernen Maschinen.

le Maschine von Corliß und von Allen.

(Tafel 29.)

die Erfindungsthätigkeit schon im Beginn hunderts ihre Auswanderer über den Ocean e und nachdem auch die Vereinigten Staaten rfindung der Hochdruckmaschine von Evans des ersten praktischen Dampfschiffs von 07) in den Kreis der Mitarbeiterschaft an ommnung der Dampfmaschine und deren Verwendung getreten waren, haben die seit einigen Decennien nach dieser Richtung mlicher sich hervorgethan. Im Einklange schen Tempo ihrer Geschäftsthätigkeit sind s gewesen, auch der Thätigkeit der Dampf- n raschern Pulsschlag einzuprägen. Wäh- m Kolben der Dampfmaschinen früher eine eit von 0,5 Meter gab und dieselbe all- uf 0,8, 1 und 1,5 Meter steigerte, trat der llen auf der pariser Ausstellung 1867 mit nenconstruction hervor, bei welcher der —4 Meter Geschwindigkeit bewegt wurde. esserung, welche namentlich den Vortheil ng geringerer Dimensionen und geringerer sten für eine Maschine von erforderlicher keit erreichen läßt, scheint jedoch praktische iten mit sich zu führen. Denn wiewol g derselben auf gleichartige Bestrebungen cten der letzten wiener Weltausstellung nnen war, indem die dortigen Maschinen 2 Meter Kolbengeschwindigkeit arbeiteten, eine Allen'sche Schnelllaufmaschine utreffen.

it die schon auf der londoner Ausstellung n erregende Maschine des Amerikaners derartig gewaltigen Einfluß ausgeübt, tonangebend für die Construction fast Wien ausgestellter Dampfmaschinen zu Ob vollberechtigt oder ob zum großen stiven der Mode, der Reclame und des t Uebergewichts des amerikanischen Re- noch nicht erwiesen.

g. 5 und 6 auf Taf. 29 im Vergleich ien Abbildungen dieser Tafel zeigen, s-Maschine auch die Neuheit, daß der oben auf dem eisernen Fundamente, an demselben angebracht ist. Jedoch uptsache der Steuerungsmechanismus, 6) aus vier Hahnschiebern besteht, eines einzigen Excentrics und eines chanismus bewegt werden. Die beiden Dampfauslaß bestimmten Hahnschieber einen gewöhnlichen Hebel, mittels fortwährende hin- und hergehende Be- t. Die beiden obern, für den Dampf- ten, haben dagegen je einen Winkel- n einen Arm eine verticale belastete n dessen andern Arm der Excentric- greift. Letzterer ist auslösbar und die Auslösung erfolgt durch einen Mechanismus, welcher mit dem Regulator in Verbindung gebracht ist. Beschleunigt die Maschine ihren Gang und heben sich infolge dessen die Kugeln des Regulators, so werden die von dem Excentricmechanismus geöffneten Schieberhähne eher als sonst aus letzterm ausgelöst und durch die niederfallenden belasteten Stangen eher als sonst rasch geschlossen, sodaß infolge dessen die Expansion eher als sonst eintritt. Durch die Auslösung wird vermittels der belasteten Stangen ein rascherer Abschluß als bei andern Steuerungen bewirkt; dadurch, daß der auslösende Mechanismus mit dem Regulator in Verbindung gebracht ist, wird eine selbstthätige Veränderung des Expansionsgrades, also eine Constanthaltung der Geschwindigkeit der Maschine nicht durch Drosselung, sondern durch Expansion erzielt, und dadurch, daß vier getrennte Schieber angeordnet sind, werden die durch sonst erforderlich werdende längere Dampfkanäle entstehenden Dampfverluste vermieden.

Bei den neuern, nach Corliß'schem System construirten Maschinen sind die behufs der Vermeidung von Erschütterungen in (unten sichtbare) Lufttöpfe eingeschlossenen Gewichte der belasteten Stangen durch Federn ersetzt und die übrigen Mechanismen vereinfacht; außer den Hahnschiebern werden auch Doppelsitzventile oder schleichende Schieber angewendet. Die Construction ist jedoch bei weitem complicirter, als eine Steuerung mit Muschelschiebern, ein Beweis dafür, daß man heutzutage zu Gunsten der bessern Dampfausnutzung nicht so sehr vor verwickelten und schwierigen Constructionen zurückschreckt, als zu einer Zeit, wo die Erfindung des Muschelschiebers wegen der Einfachheit desselben die bis dahin gepflogene Anwendung der jetzt wieder hervorgeholten Hähne und Ventile verdrängte.

Fig. 10 ist bei der Beschreibung von Taf. 21, und Fig. 9 und 14 sind bei derjenigen von Taf. 26 besprochen.

5. Oscillirende und rotirende Maschine

(Tafel 30.)

Das Construiren der auf Taf. 28 und 29 abgebildeten Maschinen ohne Balancier läßt einsehen, daß diese Formen sehr hoch oder sehr lang gestreckt deshalb ausfallen, weil die lange Lenkstange, wenn an die völlig aus dem Cylinder herausgezogene Kolbenstange angeschlossen, in dieser Lage bis zu der anzubringenden Kurbelwelle genügenden Platz haben muß. Könnte das Zwischenglied zwischen Kolben und Lenkstange, nämlich die Kolbenstange, in Wegfall kommen, so würde die Maschine bedeutend kürzer werden und daher weniger Raum einnehmen.

Diese Erkenntniß führt, ebenso wie eine sinnreiche kinematische Betrachtung, auf die Anwendung schwingender Cylinder, d. h. auf die Construction der oscillirenden Maschinen.

Der beregte Uebelstand läßt sich auch auf andere Weise vermeiden, z. B. durch Anordnung zweier Lenkstangen, welche den Cylinder umfassen und mit einer unter oder vor der Bodenseite des Cylinders angebrachten Kurbel verbunden werden (Fig. 2 auf Taf. 28); ferner durch Anwendung eines parallel zur Kolbenfläche beweglichen Cylinderdeckels. Allein den Vorzug verdienen die oscillirenden Maschinen.

Namentlich bei Dampfschiffen, bei denen Raumersparniß von besonderer Wichtigkeit ist, haben dieselben häufig Anwendung gefunden.

Dieselben auch aus Gründen der bessern Dampfausnutzung oder des geringern Reibungswiderstandes zu bevorzugen, ist ungerechtfertigt.

Auf Taf. 30, Fig. 9 ist eine solche Maschine von horizontaler Aufstellung abgebildet. Der Cylinder schwingt, während die Kurbel rotirt, um zwei in der Mitte seiner Länge angebrachte Zapfen hin und her. Diese Zapfen sind hohl; der eine läßt den frischen Kesseldampf durch seine Höhlung in den oben auf dem Cylinder sichtbaren Dampfkasten strömen, der andere führt den verbrauchten Dampf ab. Die innere Einrichtung des Cylinders stimmt mit derjenigen der bisher beschriebenen Maschinen überein. Die innere Steuerung besteht aus vier oben auf dem Cylinder angebrachten Ventilen, die äußere Steuerung aus einer in der Mitte der Länge des Cylinders angebrachten Schüttelwelle mit Knaggen, welche in die jene Ventile bewegenden Winkelhebel eingreifen.

Die Fig. 1, 5 und 12 stellen oscillirende Maschinen von verticaler Aufstellung dar, die erste eine solche mit unten liegender Schwungradwelle und darüber schwingendem Cylinder, die andern solche mit oben liegender Schwungradwelle und unter derselben schwingendem Cylinder, und zwar letztere mit Schwingungsachsen, welche am Boden, Fig. 5 mit solchen, welche in der Mitte des Cylinders angebracht sind.

Die schwingende Bewegung der Cylinder wird häufig zur Bewegung des Steuerungsmechanismus ausgenutzt.

Diesbezüglich stellen Fig. 13 und 14 den Cylinder mit den hohlen Zapfen, sowie die Steuerung im Durchschnitt dar. Linkerhand in Fig. 13 ist das in den hohlen Zapfen übergehende und mit Drosselklappe versehene Dampfrohr zu erkennen. Von der Höhlung des Zapfens führt ein Kanal in den Dampfkasten, in welchem, wie Fig. 14 zeigt, ein Farcot'scher Schieber angebracht ist, genau von der Construction, welche auf Taf. 27 durch Fig. 10 dargestellt wird. Der Vertheilungsschieber dieses Farcot'schen Mechanismus wird mittels einer Stange bewegt, welche in eine linkerhand der Fig. 14 sichtbare, feste Coulisse eingreift. Durch die Schwingung des Cylinders wird das mit einem Gleitklotz ausgerüstete Ende jener Stange in der Coulisse hin- und herbewegt und hierdurch der Schieber in die behufs der Dampfvertheilung erforderlichen Stellungen gebracht. Der Dampf gelangt auf diese Weise mittels der in Fig. 13 erkennbaren Dampfkanäle bald oben und bald unten in den (hier bruchstückweise dargestellten) Cylinder und strömt auf demselben Wege, sowie durch einen um den Cylinder ringförmig angebrachten Kanal und durch den rechterhand erkennbaren hohlen Zapfen wieder ab.

Taf. 30, Fig. 15 und 16 zeigen die Anbringung eines Farcot'schen Expansionsmechanismus an einer um ihre Fußpunkte schwingenden Maschine. Bei dieser Construction wird der mit dem Cylinder hin- und herschwingende Vertheilungs- oder Muschelschieber in die entsprechenden Stellungen vermittels eines Hebels und einer festen Achse gebracht, welche im Ausblasekanal gelegen ist, während der auf dem Rücken des Muschelschiebers mittels Reibung bewegte Expansionsschieber in der bereits früher beschriebenen Weise durch eine verstellbare excentrische Scheibe gesteuert wird. Fig. 15 zeigt die Stellung des am weitesten nach links, Fig. 16 diejenige des am weitesten nach rechts verschobenen Muschelschiebers. Letztere Figur muß man sich schräg gestellt denken, sodaß der genannte Steuerhebel vertical, wie in Fig. 15, zu stehen kommt.

Eine besondere Art der oscillirenden Maschinen ist die in Fig. 2 dargestellte Construction. Hier ist ein Cylinder angewendet, dessen Axe parallel zur Schwungradwelle liegt, und in welchem ein Kolben nicht von Scheiben-, sondern von Plattenform angebracht ist. Dieser Kolben wird durch den Dampf in eine um die Mittelaxe sich vollziehende schwingende Bewegung versetzt und macht die Kurbel mittels der Kolbenstange rotiren. Die im Fundamente gezeichnete Kurbel läßt den hinten angebrachten Mechanismus der Steuerung erkennen.

Diese Constructionsart bildet gewissermaßen den Uebergang zu den **rotirenden Rotationsmaschinen.**

Diese Bezeichnung wird wol im Gegensatze zu denjenigen Maschinen, welche nur hin- und hergehende Bestandtheile haben, auf Maschinen angewendet, welche mit Kurbel und Schwungradwelle versehen sind. Allein eigentlich heißen Rotationsmaschinen nur diejenigen Maschinen, welche einen rotirenden Kolben besitzen und welche behufs Vermeidung einer Verwechslung auch wol **rotative** anstatt rotirende Maschinen genannt werden.

Aus der soeben beschriebenen oscillirenden Maschine wird eine rotirende oder rotative, sobald man dem Kolben eine fortwährend rotirende Bewegung ertheilt und wenn demgemäß unter völligem Wegfall des Kurbelmechanismus die Schwungradwelle mit der rotirenden Kolbenstange verbunden wird.

Fig. 7 läßt zunächst erkennen, daß die Kolbenstangenwelle einfach die verlängerte Kolbenstange ist, welche durch Stopfbüchsen aus dem Boden und dem (hier abgenommenen) Deckel heraustritt und, ohne hin- und herbewegt, sondern umgedreht wird. Der Kolben ist von eigenthümlicher Einrichtung. Er besteht aus dem Körper A und zwei Bestandtheilen C D, welche Kolbenventilform und wird über einen im Cylinder befindlichen Bestandtheil H derartig bewegt, daß die Kolbenventile dicht auf seinen Umfang anlegen und der ihnen seitlich zugeführte und nur durch den excentrisch angeordneten Kanal G in den Schlitz F gelangende Dampf die Klappen auf, wirkt im Innern des Cylinders gegen dieselben, wie gegen die entsprechenden seitlichen Kolben und strömt im unteren Theile des Cylinders wieder ab. Durch das Verhalten der Kolbenklappen wird bewirkt, daß der den Dampf einlassende enthaltende Raum des Cylinders von dem den Dampf ausströmenden Dampf enthaltenden Raum vollständig getrennt bleibt. Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Querschnitt und den Durchschnitt einer rotativen Maschine von **Kenyon.** In beiden ist der Kolben mit Kolbenstange weggelassen, um erkennen zu lassen, daß die als Schwungradwelle dienende Kolbenstange links und rechts durch Stopfbüchsen und im Deckel angebrachte Stopfbüchsen geht. Oben auf dem Cylinder ist der Dampfzuleitungs- und Ableitungsrohr flechtende Kasten angehalten, wie Fig. 3 zeigt, einen Muschelschieber, wie bei den Maschinen gewöhnlicher Construction, mit drei Dampfkanälen hin- und herbewegt, jedoch hier nur zum Umsteuern der Drehrichtung in der gezeichneten Stellung so lange stehen bleibt, als die Maschine nach einer und derselben Richtung drehen soll.

Die beiden Dampfkanäle münden in der Mitte des Cylinders aus. Der rechte dient zum constant bleibende Drehrichtung des Dampfes zum Einlassen, der linke nur zum fortwährenden Ausströmen des Dampfes. Der plattenförmige Kolben ist in einem excentrisch angebrachten cylindrischen Kasten geschlossen und darin radial beweglich und wird aus zwei mittels Federn an die Cylinderwandungen gepreßten Stahlplatten bestehenden Mittelstück wird mittels Federn dicht angepreßt. Durch die hierdurch bewirkte Abscheidung der rechten von der linken

die auch in Fig. 4 erkennbare excentrische Kolbenwelle wird die Drehung des Kolbens

stellt eine der vorigen sehr ähnlich con- schine dar. Auch hier ist die Kolbenwelle concentrisch darauf befestigten Hohlcylinder im Dampfcylinder angeordnet. Es sind aber plattenförmige Kolben, beziehentlich vier bolben angebracht. Auch erfolgt, was übri- sächlich, die Berührung zwischen dem Kol- und dem Dampfcylinder oben anstatt unten. noch links und rechts je ein Dampfkanal , welcher jedoch nur zum Ablassen des Dam- Ein zu oberst gelegener Schieber wird nur und Abstellen der Maschine, beziehentlich zur des Dampfes benutzt, während der unter in der Dampfkammer, befindliche Schieber deck der Umsteuerung erfüllen lassen soll, also Ruhe bleibt, als die Kolbenwelle in der Rich- eingezeichneten Pfeile umläuft. Der Dampf nur durch einen der beiden innern, oben r ausmündenden Kanäle zu, jedoch aus je innern und je einem der äußern, unten im usmündenden Kanäle ab. Dadurch, daß einem der vier radial beweglichen Kolben- strömte Dampf von dem bei der Drehung enden Kolbentheile abgesperrt wird, und da- bei Vorrückung eines solchen Kolbentheils Stellung der den Dampf enthaltende Raum vergrößert wird, entsteht Expansion. Behufs dieses Zwecks sind die vier radialen Kolben- nur zweier angebracht.

enden oder rotativen Maschinen von ähn- en soeben beschriebenen Constructionen haben ie in Fig. 6 und 8 abgebildeten Formen. rtigen Cylinder sind entweder auf einer Fun- e oder an der Wand befestigt; auf der ist behufs der Kraftübertragung unmittel- iemenscheibe oder ein Zahnrad angebracht, t Schwungrad entweder gar nicht (Fig. 8) on sehr geringen Dimensionen vorhanden ucht (Fig. 6).

ellt sich, wie Fig. 10 zeigt, der Cylinder ch wie derjenige einer Maschine mit alter- gtem Kolben dar. Diese Figur läßt im it Fig. 6 ferner die Vereinfachung erken- ch der Kugelregulator unmittelbar auf der angebracht ist.

hat man, wie den Rotationspumpen, so otationsdampfmaschinen auf die mannich- ise die Constructionsform der Kapselräder b z. B. hatte die auf der pariser Ausstellung einiges Aufsehen erregende Behrens'sche innere Einrichtung der auf Taf. 20 in estellten Pumpe desselben Erfinders, und uch eine solche Pumpe.

gleiche der Taf. 30, Fig. 6, 8 und 10 dar- ativen Maschinen mit den auf Taf. 28, entlich auf Taf. 27 abgebildeten Formen, constructive Einfachheit drastisch genug eine rotirende Welle zu bewegen, erscheint einfacher, als die Anbringung eines mit ct verbundenen und von einem Gehäuse Kolbens. Die von jeher rege gewesenen mer wieder aufs neue sich bethätigenden nach Erfindung einer rotativen Maschine, jenen Vorzügen der constructiven Ein- diejenigen der vortheilhaften Dampfaus- nigen möge, sind daher erklärlich. Die- sich aber auch, ja vorzugsweise, aus noch einem anderweiten Grunde herleiten, nämlich aus der Ansicht, daß durch den Kurbelmechanismus, welcher bei den übrigen, üblichern Constructionsformen durchweg angewendet wird, eine nicht unbedeutende, ja sogar sehr beträchtliche Größe an Kraft, oder besser gesagt, an Effect verloren gehe. Diese, den Erfindern so oft als Irrlicht vorschwebende Ansicht ist jedoch völlig verkehrt. Abgesehen von sehr unbedeutenden Reibungswiderständen überträgt die Kurbel genau so viel Effect, als dem alternirend bewegten Kolben vom Dampfe überliefert wird. Wenn auch der auf dem Kurbelzapfen übertragene mittlere Druck keineswegs so groß als der vom Kolben ausgeübte ist, so stellt sich doch der von ersterm in gegebener Zeit zurückgelegte Weg um soviel größer, als der vom Kolben durchlaufene heraus, daß das Product von Kraft und Weg für beide dieser Organe ganz gleich bleibt, und dieses Product, die sogenannte mechanische Arbeit, und nicht jener eine Factor desselben ist entscheidend für den ausgenutzten Effect.

Die schon mit Watt (1782) und mit Murdock (1799) anhebenden Bestrebungen nach Erfindung einer vortheilhaft wirkenden rotativen Dampfmaschine scheitern zumeist an dem Unvermögen einer Vermeidung sehr beträchtlicher Dampfverluste. Den scheibenförmigen Kolben einer alternirend wirkenden, gewöhnlichen Dampfmaschine gegen Undichtheiten zu schützen, ist ungleich einfacher, leichter und sicherer, als den plattenförmigen oder doch im Querschnitt viereckig sich darstellenden Kolben einer rotativen Maschine mit den geeigneten Dichtungsorganen zu versehen, und obenein fallen die Reibungswiderstände des letztern beträchtlicher als diejenigen des erstern aus, zumal wenn derselbe, wie in Fig. 11, als ein mehrfacher Kolben construirt ist.

Der Dampf wirkt in allen unsern Dampfmaschinen infolge von Raumerweiterung. Die Maschine muß demselben einen Raum darbieten, welchen er nach Maßgabe seiner, aus dem Wasser entstehenden Masse und nach Maßgabe seiner Expansion unter Ueberwindung eines Widerstandes, welcher seiner, seinem jeweiligen Zustande entsprechenden, größten Spannung entspricht, erweitern kann. Ob diese Erweiterung durch Fortschiebung eines in einem Cylinder beweglichen scheibenförmigen Kolbens, oder durch Fortschiebung mehrerer derartiger in mehrern Cylindern beweglicher Kolben, oder durch Drehung eines oder mehrerer in Umhüllungen angebrachter, plattenförmiger Kolben bewerkstelligt wird, ist an und für sich gleichgültig. Eine dehnbare Blase, in welche man den Dampf strömen ließe, und bei welcher nicht nur durch einen Bestandtheil der Wandung (einen Kolben), sondern durch die ganze Wandung unter Ueberwindung eines vorhin charakterisirten Widerstandes die Raumerweiterung bewirkt würde, könnte ebenfalls angewendet werden. In der That sind auch solche blasenartige Constructionen, d. h. es sind Maschinen versucht worden, welche statt des Dampfcylinders mit Kolben ein Gefäß hatten, welches aus einer festen und aus einer damit verschraubten elastischen Stahlplatte bestand, und in welches der Dampf behufs Biegung dieser Stahlplatte ein- und ausgelassen wurde, während mit der elastischen und durch ihre Elasticität den abgespannten Dampf austreibenden Platte die Lenkstange verbunden war.

Es kommt aber darauf an, von allen diesen Constructionen diejenige aufzufinden, welche allerhand bei jener Raumerweiterung auftretende Druck-, Substanz-, Wärme- und Reibungsverluste möglichst vermeiden läßt. Eine solche vorzügliche Construction ist eine von den erfundenen Rotationsmaschinen nicht. Die Constructionen mit alternirend beweglichen Kolben nehmen vielmehr immer noch den ersten Rang ein, weshalb denn

auch eingangs der historischen Darlegungen mit Recht behauptet wurde, daß der Guericke-Papin'sche Apparat für unsere praktisch brauchbarsten Dampfmaschinen den Urtypus bilde. Die Einfachheit der Construction, dieser Vorzug der Rotationsmaschinen, entscheidet aber gegenüber jenen Verlusten nichts, wie die Thatsache beweist, daß die complicirter construirten Woolf'schen Maschinen den eincylindrigen vorgezogen wurden, und wofür die fernere Thatsache spricht, daß der einfache Muschelschieber dem bedeutend complicirtern Mechanismus der Corliß-Steuerung neuerdings den Platz räumen mußte.

Fig. 17 ist bereits bei den „Steuerungen" (Taf. 29) besprochen.

6. Transportable Dampfmaschinen, Locomobilen und Halblocomobilen.

(Tafel 31.)

Behufs der Unterscheidung und Klassifikation der Dampfmaschinen sind etliche Bezeichnungen üblich geworden, von denen viele im Laufe der bisherigen Darlegung bereits angeführt wurden. Hinsichtlich der Beschaffenheit des verwendeten Dampfes und der Art seiner Wirkungsweise spricht man von den allerdings historisch gewordenen atmosphärischen Dampfmaschinen, von den Dampfmaschinen schlechtweg und von Maschinen mit überhitztem Dampf, von einfach- und doppeltwirkenden Maschinen; ferner unterscheidet man Dampfmaschinen mit und ohne Condensation, mit und ohne Expansion, mit constanter und mit variabler Expansion, mit von Hand und selbstthätig verstellbarer Expansion. Man theilt diese Motoren ein in Niederdruck-, Mitteldruck-, und Hochdruckmaschinen, je nachdem der Dampf mit nur $1^1/_2$, mit 2—3, oder mit 3—10 Atmosphären Spannung darin wirkt. Ein-, zwei- und mehrcylindrige Maschinen werden unterschieden, einfache und Zwillingsmaschinen. Nach Maßgabe ihrer Constructionsart sind dieselben hier als Maschinen mit und ohne Balancier, als verticale und horizontale, als solche mit festem und mit oscillirendem Cylinder, als solche mit alternirender und rotirender Kolbenbewegung aufgeführt. In der antithetischen Bezeichnungsweise wird auch von Land- und Seedampfmaschinen (Schiffsmaschinen), von stationären und transportablen, beziehentlich locomobilen Dampfmaschinen gesprochen.

Eine transportable Dampfmaschine ist eine durch Vereinigung mit ihrem Kessel und durch Entbehrlichmachung eines Fundamentes transportfähig gemachte Dampfmaschine.

Von den bisher beschriebenen Constructionsformen erscheint der Kessel völlig losgelöst, gesondert, und in der That ist auch die Wirkungsweise des Kessels so sehr verschieden von der der Maschine, daß ein englischer Praktiker rücksichtlich der geschäftsmännischen Behandlungsart mit Recht den Ausspruch that, Dampfkesselhaus und Maschinenstube sollten wie zwei verschiedene Geschäfte aufgefaßt werden, mit separater Buchung betreffs der Dampfentwickelung und der Dampfverwerthung.

Die transportable Dampfmaschine stellt sich dagegen als volle, ganze Maschine dar, als eine in sich abgeschlossene Individualität.

Indem die eigentliche Maschine mit dem Kessel vereinigt wird, dient letzterer als Fundament.

Bei größern Exemplaren wird, wie Taf. 31, Fig. 9 zeigt, der Kessel mit seiner Längenaxe in der Regel horizontal aufgestellt und demgemäß auch die Maschine horizontal angeordnet, von welcher hier der Cylinder auf dem Rücken der den Rost enthaltenden feuerten Feuerkiste, und die Kurbelwelle mit zwei Riemenscheiben auf dem Rücken der Rauchkiste hinter dem Schornstein angebracht ist.

Kleinere Exemplare erhalten dagegen, wie z. B. auf Taf. 28 zeigt, meistens einen verticalen Kessel mit verticaler Maschine, von welcher hier der Cylinder oben und die gekröpfte Kurbelwelle mit zwei Riemenscheiben verwendbaren Schwungrädern am unteren Theile angebracht erscheint.

Sollen die transportablen Maschinen häufiger einer Ortsveränderung unterzogen werden, so bringt man sie, wie Taf. 31, Fig. 8 zeigt, in einen Wagen, welcher gleichzeitig dem Maschinisten als Maschinenhaus dient. Häufiger jedoch bleibt die die Maschine vor Heizer schützende Hülle des Wagenkastens ganz weg, die Maschine wird einfach auf ein paar mit Bremse versehene Räderachsen gestellt. In dieser durch Fig. 6 und 7 veranschaulichten Form wird die Maschine Locomobile genannt, während sie in der durch Fig. 9 und durch Fig. 9 auf Taf. 28 dargestellten Gestalt Halblocomobile heißt.

Der Dampfentwickler der transportablen Maschinen ist meistens ein sogenannter Vielrohrkessel, dessen Einrichtung aus Betrachtung der Fig. 7 auf Taf. 31 erkannt werden kann. Auf den Rädern befindet sich ein einfacher Hohlcylinder aus Blech, welcher auf seinem Rücken die Maschine und den beim Kessel umgelegten Schornstein trägt. In diesem Hohlcylinder ist ein Büschel von vielen engen Rauchröhren gebracht, welches mit dem an der Vorderplatte befestigten, durch etliche (hier 7) Anker oberhalb verbundenen halbcylindrischen Feuerraum verbunden ist, und das hier dargestellt, behufs des Reinigens von Ruß aus dem Hohlcylinder herausgezogen werden kann, sonst jedoch mit der als Deckel fungirenden Rohrplatte an den Hohlcylinder dampfdicht verschraubt wird.

Die Oberfläche des zu verdampfenden Wassers, welches die von den heißen Verbrennungsgasen durchströmten Röhren zu liegen kommen, erstreckt sich nur bis etwas über das Röhrenbündel und läßt den obern Raum des Hohlcylinders frei für den Dampf. (Siehe die Kessel der Locomotiven auf Taf. 33.)

Die Maschine ist entweder zunächst auf einer Fundamentplatte und diese am Kessel befestigt (siehe Taf. 28), oder direct auf letzterm angebracht (siehe Fig. 1, 7 und 9). Da letzternfalls die isolirt befestigten Cylinder und Kurbelwellenlager je nach der durch Wärme stattfindenden Ausdehnung des Kessels ihre Entfernungen voneinander ändern würden, ein mehr oder minder genaues Constantbleiben dieser Entfernungen im Interesse eines möglichst reibungslosen Ganges ein wichtiges Erforderniß ist, so sind diesbezüglich Constructionen erdacht, welche neuerdings namentlich die englischen Maschinen auszeichnen.

Selbstverständlich können die transportablen Maschinen nicht jede beliebige Größe, sondern nur beschränkte Dimensionen erhalten. Locomobilen von ein Pferd mit ein Drittel Mt. Durchmesser des Cylinders und mit einer Leistung von 10 — 15 Pferdestärken bilden die größten Exemplare. Auch ist es erklärlich, daß die kleinsten Dampfmaschinen zu der hier behandelten Gattung gehören werden. Eine solche Liliputmaschine von Mignon und Rouart in Paris, die kleinste auf der letzten wiener Weltausstellung, hatte einen Cylinder von 0,03 Mt. Durchmesser und 0,04 Mt. Hub und äußerte bei 300 minutlichen Umdrehungen eine Leistung von ein Neuntel Pferdestärke, ist

die Kraft nur eines einzigen Arbeiters erſetzte. Ihr cal ſtehender Keſſel von etwas über ½ Mt. Höhe ¾ Mt. Durchmeſſer wurde mittels eines mehr- gen Bunſen'ſchen Brenners durch Gas geheizt. gibt jedoch noch kleinere Maſchinen, welche zu allerkleinſten, mehr zur Spielerei als zu nützlichen ken verwendeten und deshalb Spielzeug- chinen genannten Motoren den Uebergang bilden.

oriſche Maſchinen, Gasmotoren und andere thermodynamiſche Kraftmaſchinen.

(Tafel 31.)

ie ſchon vor Erfindung der Dampfmaſchine ſeitens n's die Benutzung der Gaſe des Schießpulvers motoriſche Subſtanz verſucht wurde, ſo iſt man nach Erfindung derſelben erklärlicherweiſe auf den nken der Verwendung anderer Dämpfe als der erdämpfe und anderer Gaſe als der genannten Schießpulvers gekommen und hat dieſen Gedanken n die neueſte Zeit feſtgehalten, beziehentlich deſſen rklichung mit periodiſchen Anläufen immer wieder neue angeſtrebt.

doch ſind die erſten Ideen nicht über das allge- Projectiren hinausgekommen, ſodaß von einer chte der Entwickelung der diesbezüglichen Con- tionen erſt ſeit einem beinahe hundert Jahre nach ngſetzung der erſten Newcomen'ſchen Dampfma- gelegenen Zeitpunkte die Rede ſein kann.

1. Gaskraftmaſchinen.

erkwürdigerweiſe hebt dieſe Geſchichte, wenn man dem erwähnten Schießpulververſuche Papin's ab- wie die der Dampfmaſchine, mit einer Heron'ſchen oder Reactionskugel an. Denn im Jahre 1791 John Barber ein Patent auf eine derartige Kugel und auf einen Retortenofen, mittels welches Holz, Kohle, Oel oder ſonſt einer kohlenwaſſer- altigen Subſtanz Gas entwickelt, in Verbindung tmoſphäriſcher Luft jener Kugel zugeführt und in ben durch Entzünden zur Verbrennung, Ausdehnung zu einem die Kugel in Umdrehung verſetzenden römen gebracht werden ſollte.

ei Jahre ſpäter, alſo über hundert Jahre nach Pa- Verſuchen mit dem Guericke'ſchen Cylinder und em die Newcomen'ſche Maſchine bereits an die g Jahre in Thätigkeit geweſen war, ließ ſich Street Maſchine patentiren, welche im weſentlichen aus Guericke-Papin'ſchen Cylinder beſtand, in wel- ſtatt des Dampfes ein exploſibles Gemiſch von rwaſſerſtoffgas und Luft zur Verwendung kommen

re Maſchine, deren Conſtruction mit derjenigen oppelt wirkenden Dampfmaſchine übereinſtimmt, in welcher das mittels des elektriſchen Funkens ndete Gas- und Luftgemiſch nicht nur durch Ex- ri, ſondern auch durch Expanſion zur Wirkung gt, erfindet Lebon 1799 und ſucht die Einführung Maſchine weſentlich dadurch zu unterſtützen, daß n Patent auf „ein neues Mittel behufs Verwen- der Brennmaterialien zur Erzeugung von Wärme Licht", d. h. ein Patent auf Leuchtgasfabrikation, rt.

n Jahre 1823 läßt ſich Brown die Anwendung durch die Zuſammenziehung des detonirten Gaſes ſten leeren Raums anſtatt der directen Wirkung, Diejenige des Kühlwaſſers patentiren.

ellmann Wright wendet 1833 zur Entzündung des und Luftgemiſches ſtatt des elektriſchen Funkens eine Gasflamme an. Die Maſchine deſſelben iſt direct und doppeltwirkend, Luft und Gas werden mittels zweier Pumpen eingepreßt und das Miſchungsverhältniß wird durch den Gang der Maſchine ſelbſt mit Anwendung eines Kugelregulators geregelt.

Auch läßt ſich James Johnſtone 1841 eine Knallgasmaſchine unter ausdrücklichem Vorbehalt der Benutzung einer Condenſationswirkung dieſes Gasgemiſches patentiren.

In das praktiſche Leben eingeführt wird dieſe Art von Maſchinen aber erſt durch die Leuchtgas-Motoren von Degrand und Hugon 1858 und von Lenoir 1860.

Es iſt nämlich, wie hier ſofort erwähnt werden mag, keineswegs gelungen, der Dampfmaſchine mit dieſen neuern Motoren im großen Ganzen erfolgreiche Concurrenz zu machen. Die Erfahrung hat vielmehr gelehrt, daß der Dampf eine bedeutend billigere motoriſche Subſtanz als das Gas iſt. Daher mußten erſt gewiſſe Bedingungen erfüllt werden, welche der Anwendung des Leuchtgaſes in gewiſſen Fällen ein relatives Uebergewicht über diejenige des Waſſerdampfes ertheilen. Dieſer Bedingungen gibt es im weſentlichen drei, nämlich erſtens: die allgemeine Verbreitung der Benutzung des Gaſes als Leuchtmaterial, zweitens: das Bedürfniß der Kleininduſtrie, namentlich in größern Städten, nach Motoren, welche billiger als Menſchenkräfte und exploſionsſicherer als Dampfmaſchinen ſind, und drittens: die Nachfrage nach einem Motor, welcher nicht fortwährend, ſondern nach willkürlichen längern Zeitpauſen kurze Zeitperioden hindurch verwendet werden kann, ohne deshalb einer fortwährenden Erhaltung der Ingangſetzungsfähigkeit und eines beträchtlichen Koſten- und Mühaufwandes behufs erneuter Inbetriebnahme zu bedürfen, wie dies bei einer Dampfmaſchine wegen des anzuheizenden und im Feuer zu erhaltenden Keſſels nöthig iſt.

Eine in irgendeinem Locale irgendeines Stockwerks eines ſtädtiſchen Hauſes ohne Furcht vor Exploſionsgefahr aufſtellbare Leuchtgasmaſchine bedarf zur Ingangſetzung nichts Koſtſpieligeres als ein Streichholz, mit welchem die Entzündungsflamme angezündet wird und kann durch einfaches Zudrehen des Gashahns außer Betrieb bis zur abermaligen Inbetriebnahme geſetzt werden, ohne während dieſer Zeitdauer irgendwelche Betriebsunkoſten zu verurſachen.

Wenigſtens paßt dieſer Ausſpruch auf die ſpäter zu beſchreibende Otto-Langen'ſche Maſchine und auf diejenige von Hugon, welche eine mit einer doppeltwirkenden Hochdruckdampfmaſchine ziemlich identiſche Conſtruction hat, mittels eines Blaſebalgs das Gas in den Miſchkaſten pumpt und zwei Gasbrenner ſpeiſt, welche die Entzündung des im Cylinder enthaltenen Gas- und Luftgemiſches bewirken.

Die auf Taf. 31, Fig. 2 dargeſtellte Maſchine Lenoir's, welche übrigens ebenfalls im weſentlichen die Conſtruction einer doppeltwirkenden Hochdruckdampfmaſchine und zwar einer ſolchen von horizontaler Aufſtellung hat, iſt mit einer elektriſchen Batterie, einem Rhumkorff'ſchen Apparate, verſehen, von welchem die Drähte links und rechts iſolirt durch Deckel und Boden des Cylinders geführt und im Innern mit ihren Spitzen gegen die eiſernen Wandungen gekrümmt ſind. Ein in die Cylinderwandungen überſpringender Funken, welcher mittels eines an der Kurbelwelle angebrachten und über eine (in unſerer Abbildung ſichtbare) Contactſcheibe rotirenden zeigerartigen Stiftes jedesmal bald nach Ueberwindung des todten Punkts wird, entzündet das dem Cylinder zugeführte und Luftgemiſch, welches alsdann durch Kolben bewegt. Aehnlich wie bei der

maschine sind vier Gaswege und zwei Schieber von eigenthümlicher Form, separat für Ein- und Auslaß, angeordnet, und ein Mantel dient zur Aufnahme und Durchleitung von Kühlwasser behufs Paralysirung einer ohne diese Kühlung platzgreifenden Ueberhitzung der Cylinderwandungen.

Der Gasmotor von Otto und Langen in Köln am Rhein (1864) besteht dagegen, wie Fig. 11 zeigt, aus einem verticalen Cylinder, welcher außer zu seiner Hauptfunction gleichzeitig als Träger für den oben auf demselben angebrachten Räder- und Wellenmechanismus dient und unten, etwa bis zur Hälfte seiner Höhe, von einem Mantel umgeben ist, in welchem das in dem nebenstehenden und mit ihm mittels zweier Röhren in Verbindung gebrachten Gefäße enthaltene Kühlwasser circulirt. Die innere Einrichtung hat eine auffallende Aehnlichkeit mit einem verbesserten Papin'schen Apparate, welcher hier mehrfach als die Embryonalform der Dampfmaschinen bezeichnet wurde.

Auch ist die Wirkungsweise mit derjenigen des Papin'schen Apparates insofern identisch, als das entzündete Gas- und Luftgemisch den unbelasteten, d. h. außer Eingriff gesetzten Kolben in dem oben offenen Cylinder in die Höhe treibt und durch seine nachherige Condensation dem atmosphärischen Drucke die Rolle der eigentlich bewegenden Kraft übermittelt, weshalb denn auch dieser Motor eine atmosphärische Gaskraftmaschine heißt. Denn in der That erfolgt die Umdrehung der oben auf dem Cylinder gelagerten Betriebswelle nur vermöge des vom atmosphärischen Drucke niedergetriebenen Kolbens, welcher mittels einer verzahnten Kolbenstange auf einen eigenthümlich construirten und mit jener Welle vereinigten Zahnrad-Sperrklinkenmechanismus einwirkt, wogegen während des arbeitslosen Aufgangs des Kolbens die Umdrehung vermöge des relativ schweren Schwungrades fortgesetzt wird.

Wenn wegen dieser scheinbar primitiven Construction, für welche das Vorbild aus den Uranfängen der Dampfmaschinenformen geholt zu sein schien, und wegen dieser ebenfalls scheinbar primitiven Wirkungsweise dem Langen'schen Motor selbst und sogar vorzugsweise von Sachverständigen anfänglich der Rücken gekehrt wurde, so hat nach gewonnener besserer Einsicht der innere, tiefer liegende Gehalt dieser Erfindung um so mehr überrascht. Und in der That ist diese Maschine keineswegs ein Plagiat an der Papin'schen Primitivform, sondern eine Constructionsart, durch welche die Ausnutzung einer ganz besondern Eigenschaft der hier in Frage kommenden motorischen Substanz, nämlich die der Explosionsfähigkeit, ermöglicht wird.

Bei der Hugon'schen und Lenoir'schen Gasmaschine findet die von Detonation begleitete Explosion des knallgasähnlichen Luft- und Leuchtgasgemisches durchaus keine nützliche Verwendung; die Wirkung derselben wird vielmehr in Erschütterungen der todten Massen aufgezehrt. Bei der Otto-Langen'schen Maschine dagegen ist deren Ausnutzung so beträchtlich, daß dieser Motor beinahe nur halb so viel Gas verbraucht als jene, nämlich pro Pferdestärke und Stunde, einschließlich des Consums des Entzündungsflämmchens, nur 1,1 Kubikmeter im Vergleiche zu 2 Kubikmeter.

Die Otto-Langen'sche atmosphärische Gaskraftmaschine, welche übrigens, wie der Hugon'sche und Wellman Wright'sche Gasmotor, nicht den elektrischen Funken, sondern die Gasflamme zur Entzündung benutzt, würde aus diesem letzten Grunde ihre Concurrenten ohne Zweifel völlig verdrängt haben, wenn sie nicht den großen Uebelstand an sich trüge, nur mit lautem, klapperndem oder doch stöhnendem, hustenartigem Geräusche zu arbeiten, während der Hugon'sche und namentlich der Lenoir'sche Motor mit fast [illegible] Bewegung functioniren.

2. Heißluftmaschinen.

Während noch viele andere, als die [illegible] Erfinder dem Bestreben nach Verwendung des [illegible]gases, Knallgases und verwandter Gasarten sich hingaben, construirte John Stirling 1827 einen Apparat für erhitzte atmosphärische Luft, also eine Heißluft- oder calorische Maschine. Der Schwede Ericsson folgte 1833 auf dieser Bahn nach, vermochte aber erst 1848 eine kleinere Maschine von fünf und eine große von angeblich 60 Pferdestärken in Amerika zum befriedigenden Functioniren zu bringen. Das enorme Aufsehen, welches diese und noch mehr eine dritte Maschine erregte, welche Ericsson 1853 für ein Dampfschiff baute und welche angeblich 600 Pferdestärken haben sollte, bei den Probefahrten jedoch nur deren 360 leistete, wurde bald wieder gedämpft durch die Nachricht, daß thatsächlich ungünstigere Wirkungsweise, wie sie vorgängen Redtenbacher auf Grund theoretischer Betrachtungen vorhergesagt hatte.

Trotzdem entstand in jener Zeitperiode eine [illegible] Reihe von diesbezüglichen Erfindungen, von denen beispielsweise eine in Fig. 10, Taf. 31, dargestellt ist.

Die genaue Beschreibung der innern Einrichtung und Wirkungsweise derselben würde den hier zu Gebote stehenden Raum zu sehr in Anspruch nehmen. Es wird daher nur im allgemeinen bemerkt, daß diese Maschine von Wilcox aus zwei bis zu ihrer halben Höhe in einen Ofen hinabhängenden Cylindern besteht, von denen der vordere der Arbeits- und der hintere der Speisecylinder ist. Die Böden dieser Cylinder ragen in der Form von spitzen Hüten in das Innere der Cylinder hinein, werden von den Verbrennungsproducten, welche in dem an der Einheiz- und Aschenfallthüre kenntlichen Feuerraume entwickelt werden, erhitzt, und erhitzen ihrerseits wieder die in den Cylindern enthaltene Luft. Die massiven Kolben sind nach der Form dieser Cylinderböden unten ausgehöhlt und oben ebenflächig. Derjenige des vorn befindlichen Arbeitscylinders wirkt, jedoch nur bei seinem Aufgange, mittels Lenkstange auf die Kurbel einer oben gelagerten Welle ein, deren (hinten sichtbares) Schwungrad ihn wieder nach abwärts treibt. Der andere Kolben, also derjenige des hinten sichtbaren Einpumpcylinders, wird dagegen mittels einer auf derselben Welle angebrachten, gekröpften und um 75 Grad gegen die erstere verstellten Kurbel bewegt und saugt sowol frische Luft an, als er erwärmte Luft in den erstgenannten Cylinder drückt, dieses letztere jedoch nicht, ohne daß sie durch einen zwischen beiden Cylindern angebrachten Regenerator durchströmt. Dieser sehr uneigentlich [illegible] Namen tragende Regenerator, in anderer Form [illegible] gens schon von Stirling und Ericsson angewendet, ist im allgemeinen aus mehrfach über- oder hintereinander angebrachten Drahtnetzen oder metallenen [illegible] bestehend, hat den Zweck, der aus dem Arbeitscylinder abströmenden Luft einen Theil von deren Wärme zu entziehen und auf die später vom Einpumpcylinder hindurchgedrückte Luft wieder zu übertragen, um [illegible] eine vollkommenere Ausnutzung der Wärme bewirken zu lassen.

Diese Wilcox'sche calorische Maschine war, [illegible] wie diejenigen von Stirling, Ericsson, Whipple, [illegible] bereau, Schwarzkopf, Young und Kirk, [illegible] u. s. w., relativ zum ausgeübten Effect zu [illegible] zu groß, zu complicirt, zu theuer, [illegible] das Besiegen der Concurr[illegible]

Wärmewirkungsgrad liefernden Dampf-
verhinderte.
finder von calorischen Maschinen und die-
welche eine übertriebene Leistung von denselben
, haben ohne Zweifel einen Umstand unbe-
gelassen, welcher von hervorragender Wich-
Derselbe besteht darin, daß die motorische
des Dampfes in der Gestalt des siebzehn-
l so wenig Raum als der abgehende Dampf
den Wassers mittels einer unscheinbar kleinen
die Maschine, in den Kessel, gepreßt werden
dagegen die Luft in einem unverändert blei-
gregatzustande und demnach ohne erhebliche
fferenz mittels einer sehr großen Pumpe in
ne, in den Erhitzungsapparat, gepreßt wer-
Die verwerthbare Leistung ist offenbar nur
z von derjenigen, welche vom Arbeitskolben
und derjenigen, welche vom Pumpenkolben
wird. Die letztere ist bei der Dampfmaschine
ndend klein, daß man an dieselbe gar nicht
und daß man die Pumpe als einen neben-
ppendix zu betrachten und rücksichtlich der
nmung gar nicht zu beachten pflegt. Die-
gegen bei der Luftmaschine so groß, daß sie
haften Bruchtheil der vom Arbeitscylinder
Leistung gleichkommt, und daß der Pum-
, wie Taf. 31, Fig. 10 vor Augen legt, sich
macht, wie der Arbeitscylinder. Hierzu kommt
folgender Umstand. Nur diejenigen calo-
schinen, welche die Luft in bedeutend com-
Zustande zur Verwendung bringen lassen,
heilhaft. Wird aber die Luft mittels der
dichtet, so wird, wie beim pneumatischen
ihre Temperatur sehr beträchtlich erhöht und
nfähig gemacht, noch viel Wärme behufs
Ausnutzung in sich aufzunehmen. Wegen
hen Erfahrung, daß die Luft nicht höher
300 Grad erhitzt werden darf, widrigen-
arge Zerstörung der Maschine namentlich
ggreift, weil noch kein dieser hohen Tem-
erstehendes Schmiermittel erfunden wurde,
Grenze der praktischen Ausnutzungsfähig-
eicht, und die Maschine muß trotzdem ein,
gskosten relativ zum geleisteten Effect sehr
senmachendes Volumen erhalten.
m diese Herstellungskosten möglichst abzu-
Ericsson 1860 eine neue, compendiösere
irt und damit damals in der technischen
iederholtes, jedoch bereits abermals ver-
sehen erregt. Diese Form ist Taf. 31, Fig. 5
Die Maschine besteht aus einem einzigen
Cylinder, welcher (rechterhand) in einen
agt, dessen Feuerthür und dessen den Cy-
artig umgebenden Kanäle in unserer Ab-
rkennen sind. Dieser Cylinder dient, wie
h derjenige der ältern Ericsson'schen Ma-
eitig als Arbeits- und als Pumpencylin-
t aus diesem Grunde zwei Kolben in sich
nittels eines sehr sinnreichen, dieser Con-
diesem Grunde einen wohlverdienten Ruf
benden Kurbel- und Hebelmechanismus
n- und voneinander bewegt werden, daß
t von frischer Luft, das Verdichten, Er-
und Expandiren derselben in der die Ent-
mechanischer Arbeit bedingenden Reihen-
h geht. Ein Kugelregulator ist behufs
Ganges, ein schweres Schwungrad aber
sichtlich der Erzielung einer gleichförmigen
ndern wesentlich auch deshalb vorhanden,
nur einseitig arbeitenden Kolben dieser
einfach wirkenden Maschine vermöge seiner lebendigen Kraft zurücktreiben muß.

Ericsson selbst hatte das Bestreben, dem Dampfe im allgemeinen mit der heißen Luft Concurrenz zu machen, offenbar aufgegeben und diese neue Form nur in der Absicht construirt, den Bedarf an geringen motorischen Kräften an solchen Orten zu befriedigen, wo die Dampfmaschine das Feld anläßlich ihrer Gefährlichkeit räumen muß, und wo vorzugsweise nur die Menschenkraft in Concurrenz tritt. Trotzdem erwies sich diese Construction auch auf diesem engern Gebiete der Anwendung als nicht lebensfähig. Die Ausnutzung der Wärme war doch nicht günstig, der Kohlenverbrauch doch nicht gering genug, und namentlich zeigte sich eine unvorhergesehene, bald zur Reparaturbedürftigkeit führende und die empfindlichen Nachtheile der Betriebsunterbrechung mit sich bringende Zerstörbarkeit der Maschine. Der in das Innere des Cylinders hineinragende topfartige, metallene Feuerraum verbrannte nach kurzem Gebrauche und übte vermöge der von ihm ausgehenden strahlenden Wärme auch auf den Cylinder und den Kolben eine äußerst zerstörende Wirkung aus.

Durch Beseitigung dieser letztern Uebelstände hat es Lehmann in der neuesten Zeit verstanden, die Maschine praktischer zu machen. Die diesbezügliche Construction ist in Fig. 12 abgebildet. Sie besteht im wesentlichen aus den Mechanismen des soeben beschriebenen Ericsson'schen Motors. Jedoch ist ein breiterer, den Arbeitstheil des Cylinders wirksamer vor Erhitzung schützender Kolben und demnach auch ein längerer Cylinder und namentlich ein voluminöserer und außerdem weniger zerstörbarer gemauerter Ofen angewendet worden. Ericsson war in seinem Bestreben, die Maschine compendiös zu machen, offenbar zu weit gegangen. Er hatte durch Anordnung eines zu kleinen Ofens den Ausnutzungsgrad der Verbrennungswärme über das richtige Maß verringert und durch Anordnung eines zu kurzen Cylinders den Einflüssen der Zerstörung nicht genügend entgegengewirkt.

Aehnlich wie die Erfindungsthätigkeit rücksichtlich der Dampfmaschine durch den wissenschaftlichen Umschwung angefacht wurde, welcher, wie hier umfänglicher erörtert ward, anläßlich der Entdeckung der Ursachen des Luftdrucks und der hieran sich anreihenden Erkenntnisse entstand, so belebten sich auch die Erfindungsbestrebungen hinsichtlich der calorischen und anderer thermodynamischer Motoren an der Errungenschaft der mechanischen Wärmelehre. Namentlich der Nachweis dieser neuen Lehre, daß die Dampfmaschine im Verhältniß zu der in der Kohle verborgenen und vermöge des Verbrennungsprocesses erregbaren Wärmequantität nur zwei bis fünf Procent und im günstigsten Falle höchstens deren acht ausnutzen lasse, war auch wol geeignet, auf das Gebiet des Erfindens einer den Dampf verdrängenden motorischen Substanz eine ermuthigende Aussicht zu eröffnen. Jedoch wurde hierbei übersehen, daß die bei der Dampfmaschine auftretenden bedeutenden Verluste gerade so wie bei andern zu erfindenden thermodynamischen Motoren, in Umständen begründet sind, welche in eminentem Grade von den Preisverhältnissen der Herstellung und des Brennmaterials; von der Gefährlichkeit, von der Zerstörbarkeit und vielen andern wirthschaftlichen und sicherheitspolizeilichen, im allgemeinen sogenannten praktischen Bedingungen abhängen. Die Dampfkraft bedeutend vollkommener als bisher auszunutzen, würde, theoretisch genommen, durch Steigerung des Dampfdrucks möglich sein, wegen Gefährlichkeit und Zerstörbarkeit ist dieses Mittel aber unanwendbar, ebenso wie bei den nur 300 Grad Lufterhitzung vertragen könnenden calorischen Motoren.

Der Reibungswiderstand zeichnet ebenfalls bestimmte Grenzen vor und läßt die Expansion nicht völlig ausnutzen bei der Dampfmaschine, wie bei andern Motoren. Indem man aber vielfach das einfache, alle diese Umstände und Verhältnisse ignorirende, berechnete, theoretische Resultat der calorischen Maschine dem unter Einschluß derselben beobachteten praktischen Ergebnisse der Dampfmaschine gegenüberstellte, gelangte man zu einer irrigen, unberechtigte Erfolgsverheißungen betreffs der calorischen Maschine in sich schließenden Beurtheilung, während genauere Untersuchungen und richtigere Vergleiche lehrten, daß wir in unsern Dampfmaschinen die Wärme principiell so günstig verwerthen, wie es den Umständen nach nur möglich ist, und daß es sich nicht etwa um eine völlige Umgestaltung der Wirkungsweise derselben, sondern nur um eine Steigerung des Wirkungsgrades durch Vervollkommnung der einzelnen Bestandtheile handeln kann. Und ebenso wurde mehr und mehr erkannt, daß der Dampf die unschätzbare Eigenschaft besitzt, vermöge seiner Feuchtigkeit eine Schmierung der reibenden Flächen und sogar ein Abdichten gegen Substanzverluste bei weitem vollkommener als die trockene Luft zu bewirken, weshalb z. B. auch die mit getrocknetem und überhitztem Dampfe betriebenen Maschinen die Erfolge vermissen ließen, welche auf Grund des motorischen Vorrangs dieser Dampfart über den gesättigten Dampf mit Recht erwartet werden konnten.

3. Feuerluftmaschinen.

Einer empirischen Auffassung der Sache lag es nahe, statt der durch Verbrennungsproducte äußerlich erwärmten Luft, die Verbrennungsproducte selbst, die Feuerluft, als motorische Substanz zu verwenden. Von den im Laufe der letzten Decennien entstandenen Maschinen dieser Art sind die Windhausen'sche, die Belou'sche, die Wenham'sche und die Roper'sche am bekanntesten geworden. Von letzterer, welche ihrerzeit (1863) in Amerika viel Aufsehen erregte, ist Taf. 31, Fig. 6 eine Abbildung gegeben. Auf dem cylindrischen, den Feuerraum enthaltenden Kessel ist der Arbeitscylinder und auf diesem wieder (in einigen Ausführungsformen auch neben demselben) der Pumpen- oder Compressionscylinder angebracht. Die Luft wird in den, übrigens nach erfolgter Entzündung hermetisch abgeschlossenen, Feuerraum durch das hinten sichtbare, nach abwärts gebogene Rohr gepreßt, und, gemischt mit den Verbrennungsproducten, in den Arbeitscylinder getrieben, wo sie den Kolben durch Expansion aufwärts drückt.

Die Erwägungen, daß über 300 Grad heiße Luft oder heißes Gas die Cylinder und Kolben zerstört, daß in den Feuerräumen bei guter Verbrennung eine Temperatur von 1000 bis 1500 Grad entwickelt wird und daß daher, um diese letztere Temperatur auf die erstgenannte mittels Mischung herabzustimmen, ein sehr bedeutender, die Verbrennung beeinträchtigender Ueberschuß an Luft um so mehr eingepumpt werden muß, als letztere durch Compression schon bedeutend erhitzt wird, hätte von dem Erfindungsbestreben zurückschrecken sollen. Nichtsdestoweniger hat man durch Anbringung von Abkühlungsmitteln, wodurch auszunutzende Wärme entzogen wurde, und von Schutzmitteln und Mittelchen gegen Zerstörung, wodurch die Construction complicirt und theuer wurde, einen zufriedenstellenden Wirkungsgrad zu erreichen versucht, jedoch vergeblich. Und obenein hat man nicht genügend gewürdigt, daß die entstehenden Schlacken und die mitgerissenen Aschentheile die Ursache zu ungewöhnlichen Mißständen werden würden. Man hat zur möglichsten Vermeidung dieser Uebelstände die Steinkohle von der Verwendung ausgeschlossen und den reinern, wenn auch th... Coak benutzt; allein man hätte noch weiter gehen ... die Kohle nicht nur im vercoakten, sondern im ... schlacken- und aschenreinern, gasförmigen Zu... anwenden müssen, und alsdann wäre man so ... bei der Gaskraftmaschine angelangt, mit dem allein ... Unterschiede, daß in letzterer gereinigtes, nämlich ... lose Verbrennungsproducte lieferndes Leuchtga... jenen aber ungereinigtes Heizgas wirksam wird.

Die Rangstellung der Leuchtgasmaschine, in ... in der That das Leuchtgas, zugleich als Brenn... und als Bestandtheil der motorischen Substanz, ... in welcher die Feuerluft des Leuchtgases als ... Substanz wirkt, ist bereits gekennzeichnet ... Eine ähnliche Stellung würde die Heizgasmaschine ... nehmen, vielleicht sogar eine wirthschaftlich günst... insofern nämlich, als die Kosten für die Reinigung ... Leuchtgases in Wegfall blieben. Die eigentlichen ... theile der Leuchtgasmaschine würden aber bei ... Heizgasmotor erst dann zum Vorschein kommen, ... das Vorhandensein einer städtischen Röhrenl... angelegt etwa zum Zwecke der Beheizung, die ... rische Substanz des Heizgases zu jeder will... Zeit ohne weitere Vorbereitung fertig beziehen ... Und die Concurrenz im großen Ganzen mit ... Dampfmaschine würde auch diesfalls nicht bestehen können.

Auch Napoleon III., sei hier nebenbei bemerkt, ... sich mit Feuerluftmaschinen befaßt: in Saint-Cloud ... den die kurz vor der Zerstörung des Schlos... gedrungenen Sieger auf seinem Arbeitstische ... behufs der Eroberung und Unterjochung Deutsch... ausgearbeiteten strategischen Plänen die Broschüre ... S. du Fay über dessen durch ein Gemisch von ... luft und Dampf zu betreibender Maschine auf... gen vor.

4. Aetherdampfmaschinen.

Bei dem Suchen nach andern motorischen Sub... zen, als der des Wasserdampfes, hat man die ... keit der Substanz im Auge gehabt, solange ... Verwendung derselben in einer Maschine ... wurde, aus welcher sie nach dem Gebrauche aus... muß. Wasser, Luft, Feuerluft, selbst Leuchtgas ... der diesbezüglichen Anforderung, viele andern, ... ihrer physikalischen Eigenschaften sonst qualifi... Substanzen dagegen nicht. Da man aber sowo... geschlossene Dampfmaschinen und geschlo... calorische Maschinen anwendete, d. h. Maschin... welchen ein und dasselbe Quantum der moto... Substanz wiederholt zur Wirkung gebracht wird, ... lich bei den Dampfmaschinen mittels der Oberfl... condensatoren oder auch der Regeneratoren ... den calorischen Motoren mittels Kühlvorrichtung... konnte man durch Anwendung ähnlicher Construc... jene Anforderung der Billigkeit eliminiren. Denn ... die Substanz wiederholt verwendet, so kommt ... relativ geringe einmalige Anschaffungspreis ... in Frage.

In dieser Beziehung sind Schwefelkohlenstoff, ... und Ammoniakgas-Motoren erfunden worden. ... Aether z. B. hat die Eigenschaft, schon bei ... verdampfen und bei 100° eine Spannung von ... nahe 7 Atmosphären anzunehmen, während ... sättigte Wasserdampf bei dieser Temperatur nur ... mosphäre hat. Man kann daher mittels des aus ... Dampfmaschine abziehenden verbrauchten Kon... pfes Aetherdämpfe von ziemlich hoher Spannung ... wickeln und dieselben in einer neben der Dampfm... aufgestellten und dieser ähnlich construirten ...

erwenden, also diese Nebenmaschine ohne besondern luſwand von Wärme oder Brennmaterial betreiben. lach diesem Principe haben du Tremblay, Delaporte, ellier, A. von Waeyenberch und Andere Maschinen onstruirt. Die Anwendung eines Oberflächencondenators, d. h. eines aus vielen Röhren bestehenden pparates, in welchem mittels an der Außenseite der öhren circulirenden Wassers der auf der Innenseite erselben vorüberströmende, verbrauchte Aetherdampf ndenſirt wird, hat die abermalige und wiederholte enutzung ein und derselben Aethermasse ermöglicht; lein wegen der enormen Verflüchtigungsfähigkeit des ethers sind bis jetzt Undichtheiten unvermeidlich geesen, die hierdurch entstandenen Substanzverluste haben e Anwendung zu kostspielig und wegen der leichten ntzündlichkeit dieses Stoffs auch zu gefährlich gelacht. Aehnliches dem über den Aether Gesagten gilt ach betreffs der sonst noch verwendeten Dämpfe. ur die Schwefelkohlenstoff-Dampfmaschine von Ellis rspricht neuerdings eine günstigere Ausnahme hiervon machen, indem sie mit ganz besonders sorgfältig d eigenthümlich construirten Stopfbüchsen und nstigen, auf das Dichthalten Einfluß nehmenden rrichtungen versehen ist. Solche Maschinen werden Amerika zum Betriebe von Fabriken verwendet, lche selbst keinen Dampfkessel haben, sondern zum rdampfen des Schwefelkohlenstoffs aus benachbarten briken borgweise deren Abdampf beziehen.

Regulatoren.

Bei den motorischen Maschinen wird die durch verderte Belastung (Nutzwiderstand) veränderte Gewindigkeit auf ein Normalmaß meistentheils mittels rränderung im Zulassen der motorischen Substanz rgeführt. Entweder wird zu diesem Behufe eine Zuflußrohre oder Zuflußkanale angebrachte Drosselppe beziehentlich ein Ventil, ein Schützen s. w. geschlossen oder geöffnet, oder es wird der pansionsmechanismus verstellt. Dieses Verstellen x jenes Oeffnen und Schließen muß die Hand des schinenführers für den Fall bewirken, daß die Gewindigkeit nach Maßgabe eines intelligenten Willens ändert werden soll, oder daß den auf die Vererung derselben Einfluß nehmenden Umständen n vor deren ungeregeltem Eintritt entgegengewirkt den muß (Locomotive, Fördermaschine, Dampfwinde, lzwerkmaschine). Für den Fall jedoch, daß die chwindigkeit der Maschine unter allen Umständen Maßgabe einer bestimmten Gesetzmäßigkeit sich ndern oder fortwährend und ohne Rücksicht auf jeweilig zu überwindenden Widerstand unverändert en soll, werden Apparate angewendet, mittels n die Einstellung der genannten Drosselklappe oder iger Vorrichtungen von der Maschine selbst bewirkt . Dieselben heißen Gouvernatoren oder Reatoren.

Die üblichsten dieser Apparate sind die konischen ndel, Centrifugal- oder Schwungkugelgulatoren.

Wie schon bei früherer Gelegenheit erwähnt, war Watt, welcher diesen Apparat in die Construction Dampfmaschine einfügte. Aus der besondern, von gewählten und nach ihm benannten, unter anauf Taf. 29 in Fig. 1 dargestellten Form, ist ganzes Heer von andern Formen entstanden, von n allerdings nur relativ geringer Theil an auf den Tafeln 29 bis 31 dargestellten Maschinen selbst erscheint.

Watt'schen Regulators, welbschine in Verbindung ge-

brachten rotirenden Welle befestigt wird, durch Vergrößerung der Geschwindigkeit vermöge der Centrifugalkraft ihrer Masse auseinandergetrieben werden, bringen sie die erwähnte Drosselklappe oder eine ähnliche Vorrichtung zum partiellen Abschluß mittels eines zwischen ihnen oder ihren Armen und jener Klappe angebrachten Hebel-, Räder- oder Stangenmechanismus.

Es ist bemerkenswerth, daß die Größe des Gewichts der angewendeten Schwungkugeln nur auf die Schnelligkeit, mit welcher bei stattfindender Geschwindigkeitsänderung die Drosselklappe verstellt wird, Einfluß nimmt, und somit die sogenannte Empfindlichkeit des Apparats bedingt, nicht aber, wie wol vermeint zu werden pflegt, die Stellung, die Lage oder den Ausschlagwinkel beeinflußt. Dieser letztere hängt vielmehr lediglich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher die Welle des Regulators umgedreht wird.

Eine Gruppe der erfundenen Constructionsformen hat, wie die Watt'sche, die Eigenschaft, für jede Geschwindigkeit eine bestimmte Lage, einen bestimmten Ausschlag anzunehmen, also für eine gewisse Geschwindigkeit auch immer wieder eine gewisse Lage aufzusuchen und in dieser Lage zu verharren. Man nennt daher diese Gruppe die statischen Regulatoren. Eine andere Gruppe ist dagegen derartig construirt, daß die Kugeln auch bei Wiedereintritt der normalen Geschwindigkeit diejenige Position innehalten, welche sie durch Veränderung der Geschwindigkeit erlangt haben, und daß sie daher bei einer- und derselben Geschwindigkeit beliebig verschiedene Lagen einnehmen können. Dieselben heißen aus letzterm Grunde astatische Regulatoren.

Die astatischen werden den statischen Apparaten vorgezogen, weil sie zufolge der soeben gegebenen Darlegung die Füglichkeit bieten, daß die Drosselklappe oder eine dieser ähnliche Vorrichtung in der Lage verbleibt, welche sie bei veränderter Belastung des Motors einnehmen muß.

Jedoch kann dieses Erforderniß auch mittels der statischen Regulatoren erreicht werden, sobald dieselben mit dem die Drosselklappe bewegenden Zwischenmechanismus in selbstthätig ausrückbare Verbindung gebracht werden.

Specifisch gleich und nur graduell verschieden, wie das Gewicht der Schwungkugeln, wirkt das Gewicht der Hülse des Regulators auf den Empfindlichkeitsgrad desselben ein und außerdem nimmt dieses letztere Gewicht auch Einfluß auf den Ausschlag.

Eine Beschreibung oder selbst nur Nennung der Bezeichnung der verschiedenen in Anwendung gekommenen und befindlichen Constructionsarten von Centrifugalregulatoren würde die Grenzen des hier gebotenen Raums überschreiten.

Auch die sonst noch angewendeten Regulatoren anderer Art können hier nicht besprochen werden. Nur einer dieser letztern ist beispielsweise Taf. 31, Fig. 3 und 4 dargestellt. Dieser vom Amerikaner Allen in der jüngsten Zeit erfundene und 1872 in Europa eingeführte Regulator besteht aus einer etwa zu zwei Dritteln von wellenförmiger Umfangsfläche und innerlich (Fig. 4) mit einspringenden Rippen versehen. Dieselbe ist lose auf einer Welle angebracht, welche mittels Riemenscheibe von der Maschine gedreht wird und hierdurch mit etwa 400 minutlichen Umdrehungen ein auf ihr befestigtes Schaufelrad (Fig. 4) bewegt. Vermöge dieser Drehung wird auch, vermittelst des Bolzens, die Trommel nach derselben Richtung in Bewegung gesetzt, andererseits hieran aber durch ein Gewicht (Fig. 3) verhindert, welches durch Kette und spiralförmig gebogenen Hebel

Trommel in Verbindung steht. Ein ebenfalls am Zapfen der Trommel befestigtes Zahnrad greift in ein Zahnradsegment ein und schiebt letzteres und somit auch den mit dessen Arm verbundenen Stellmechanismus nach rechts oder nach links, je nachdem die Geschwindigkeit des Motors dem Schaufelrade eine raschere oder langsamere Umdrehung ertheilt. Hierdurch wird die Verstellung eines Drosselventils und somit die Regelung des Ganges bewirkt.

Locomotiven.

(Tafel 32 und 33.)

Die Locomotive kann als ein Fuhrwerk bezeichnet werden, auf und an welchem eine motorische Maschine und ein Mechanismus angebracht ist, welcher mit Hülfe jener Maschine die Fortbewegung der soeben bezeichneten Gesammtheit und gleichzeilig den Transport von angehängten andern Fuhrwerken oder sonstigen Lasten bewirken läßt.

Die Locomotive unterscheidet sich von den bereits besprochenen Locomobilen im wesentlichen durch den an ihr angebrachten Fortbewegungsmechanismus. Der Hauptbestandtheil dieses Bewegungsmechanismus besteht bei den modernen Constructionsformen fast nur aus Rädern, den Treibrädern, welche entweder einen glatten Umfang haben und diesfalls vermöge ihrer Reibung beziehentlich ihrer, die Ursache der letztern bildenden Adhäsion an der berührten Bodenfläche wirken, oder einen rauhen, beziehentlich verzahnten Umfang besitzen und diesfalls vermöge Eingreifens in den relativ weichen Untergrund oder in eine an letzterm befestigte Zahnstange den zur Fortbewegung erforderlichen Widerstand finden.

Das angewendete Fuhrwerk ist meistentheils ein Wagen, mitunter auch ein Schlitten (Taf. 33, Fig. 6) und die motorische Maschine ist bei den derzeitigen Locomotiven durchweg eine Dampfmaschine.

Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, der Straße oder Bahn werden die Locomotiven verschiedenartig construirt und als Eisenbahn-, Straßen-, Feld- und Eislocomotiven unterschieden.

Die Straßen und Feldlocomotiven werden auch wol Zugmaschinen genannt, und falls die Vorrichtung des Ziehens und Transportirens angehängter Lasten in Wegfall kommt und nur ein Transport aufgelegter Lasten, beziehentlich aufgesessener Personen stattfindet, so wird die früher wol allgemein für die Locomotive angewendete Bezeichnung: Dampfwagen, Dampfomnibus, Dampfschlitten u. s. w. gebraucht.

1. Eisenbahnlocomotiven.

a. Geschichtliches.

Die schon lange in den Köpfen von Erfindern lebendig gewesene Idee der Construction einer Locomotive hat wol in frühern Zeiten in dem Spuk einer Gespenstergeschichte in Gestalt eines ohne Kutscher und Pferde sich bewegenden Wagens ihren Tummelplatz, aber bis auf die jüngsten Tage keine praktische Verwirklichung gefunden, ja man darf sogar behaupten, daß selbst heute eine lebensfähige, die Zugkraft der Pferde oder allgemeiner der physiologischen Motoren durchweg ersetzende Locomotive noch nicht erfunden wurde.

Nur auf dem engern Gebiete der Eisenstraßen oder Eisenbahnen sehen wir die diesbezüglich rege gewordene Erfindungsthätigkeit von Erfolg, hier aber auch von überraschendem und staunenswerthem Erfolge gekrönt.

Die eigentliche Geschichte der Erfindung der Locomotiven hebt daher erst von dem Zeitpunkte an, wo Eisenbahnen angewendet wurden. Dieselben gingen aus den zuerst, nämlich im 16. Jahrhundert, in Deutschland beim Bergbau benutzten Holzbahnen hervor, indem die diese Bahnen bildenden hölzernen Schienen oder Langhölzer zunächst mit schmiedeeisernen Flachschienen benagelt, später, nämlich etwa 1700, in England durch gußeiserne Schienen ersetzt und diese wieder (1820) durch schmiedeeiserne, stählerne oder verstählte schmiedeeiserne Hochschienen verdrängt wurden.

In gleicher Weise, wie an die Entstehung der Eisenbahnen knüpft sich die Erfindung der Locomotive auch an die Erfindung der Hochdruck-Dampfmaschine, d. h. derjenigen Dampfmaschine, welche, mit höher gespannten Dämpfen arbeitend, des Condensators nicht bedarf und relativ geringe Dimensionen erhalten kann, mithin aus beiden Gründen zur Anbringung an einem Wagen ohne erhebliche Beeinträchtigung des Raumes besonders geeignet ist. Es erscheint aus diesem Grunde erklärlich, daß der Erfinder der Hochdruckmaschine, nämlich der schon bei der Geschichte der Dampfmaschine Erfindung genannte Amerikaner Oliver Evans, auch zum Erfinder der Locomotive wurde. Dessen erste Locomotive, mit dem Namen „Oructer Amphibolos" wurde 1801 ausgeführt und fuhr 1803 durch die Straßen von Philadelphia.

Für die Entwickelung und Vervollkommnung dieser Erfindung, welche außerdem zu der Gattung der Straßenlocomotiven im engern Sinne des Wortes zu zählen ist, bot aber Amerika keinen Boden. Dieselbe vollzog sich vielmehr in England, wo, unabhängig von Evans, im Jahre 1802 Trevithick und Vivian auf die Anwendung der Hochdruckmaschine für Wagen ein Patent nahmen und 1804 eine Eisenbahnlocomotive in Gang setzten. An diese erste englische, noch höchst primitive Constructionsart schlossen sich in rascher Aufeinanderfolge von mehrern andern Erfindern eine andere, nicht minder unvollkommene Bauarten, welche zumeist nur zum verhältnißmäßig langsamen Transport von Roheisen, Kohlen und sonstigen Lasten bestimmt waren, und welche zum Theil als Bewegungsmechanismus ein in eine verzahnte Mittelschiene eingreifendes Zahnrad oder statt des Rades einen gegen den Boden sich anstemmenden, stakenartigen Apparat hatten, und mit complicirten, verticalen Balancier-Dampfmaschinen versehen waren. Im Jahre 1815—20 trat jedoch Georg Stephenson mit einer Construction hervor, welche sein Sohn, Robert Stephenson, übrigens unter Benutzung von Verbesserungen noch anderer Erfinder, von 1828 an zum Muster für die noch heute gebauten Locomotiven ausbildete und dadurch unter den Mitarbeitern an dieser Erfindung die Rangstellung sich erwarb, welche Watt unter den Erfindern der Dampfmaschine einnimmt.

Die Erkenntniß, daß die Reibung oder Adhäsion eines glatten Rades auf der glatten Schiene zur Fortbewegung völlig genüge, sofern die Bahn nahezu horizontal gebaut werde, und daß nur bei Erfüllung dieser Bedingungen ein zufriedenstellender Erfolg zu erreichen sei, ferner die horizontale Anordnung der Dampfmaschine und die Anwendung der, eine ausgedehntere und viel Dampf produciren lassende Heizfläche in dem gebotenen, beschränkten Raume in sich schließen lassenden Vielrohrkessel sind die hauptsächlichsten Grundlagen für die Vervollkommnung der Locomotive geworden, ebenso wie die Einführung der einfachen Umsteuerung und mannichfaltige Veränderungen der Expansionsgrades bewirken lassenden sogenannten Stephenson'schen Coulisse, von welcher Taf. 32, Fig. 1 eine verbesserte, nämlich die Allen'sche, Form vor Augen legt. Auch die Anfachung des Feuers mittels des Exhaustors oder Blaserohrs (s. Strahlpumpe)

anstatt mittels des ursprünglich verwendeten Blasebalgs oder diesem ähnlicher Vorrichtungen ist von hervorragender Bedeutung gewesen.

b. Allgemeine Einrichtung.

Nach Robert Stephenson und dessen Mitarbeitern ist die Bauart der Locomotiven wesentlich zu der auf Taf. 32, Fig. 13 im Längsschnitt und in Fig. 6 in Ansicht (jedoch verkleinert) dargestellten geworden.

Der Wagen besteht aus zwei parallel zur Bahnrichtung angeordneten, vorn durch den Bufferbalken p und an mehrern andern Stellen mittels Quer- und Diagonalstücken verbundenen und versteiften Rahmen. Dieselben umschließen (Fig. 3, 8) und stützen sich auf Achsbüchsen, in welchen die Zapfen der Treib- und Laufräder l gelagert sind, die, abweichend von den gewöhnlichen Wagenrädern, mit ihren Achsen fest verbunden sind und daher letztere an ihrer Drehung theilnehmen lassen. Auch bilden die Umfänge der Räder nicht, wie bei den gewöhnlichen Wagen, schwachgewölbte Cylinder, sondern sind nach außen konisch verjüngt und haben innen einen Rand, einen Flantsch (Fig. 3, 9).

Der Rahmenbau ruht jedoch nicht unmittelbar auf den Achsbüchsen, sondern hängt an den Enden von Federn, welche ihrerseits mittels einer in ihrer Mitte angebrachten Stange auf die Achsbüchsen sich stützen. Die Achsbüchsen sind in verticaler Richtung beweglich, behalten aber in horizontaler Richtung ihre Lage bei, verschieben sich daher bei der Stellung der Locomotive auf horizontaler Bahn in genau verticalen Leisten, sodaß wol behufs Abwehrung der von den Unebenheiten der Bahn verursachten Stöße ein Auf- und Niederschwanken des Baues, aber nicht eine horizontale Verschiebung desselben auf den Achsen möglich ist. An den Rahmen ist die Dampfmaschine befestigt. Dieselbe ist eine Zwillingsmaschine, d. h. besteht aus zwei Maschinen, welche auf die mit rechtwinklig verstellten Kurbeln versehene Treibachse einwirken. Eine solche Zwillingsmaschine erweist sich als nöthig wegen des Erfordernisses, daß die Locomotive bei jeder Stellung der Kolben, also auch bei derjenigen des todten Punktes eines derselben in Bewegung gesetzt werden muß. Die beiden Cylinder dieser Zwillingsmaschine sind entweder äußerlich oder innerlich an den Rahmen befestigt und lassen ihre Kolben mittels Kolbenstangen und Lenkstangen (Lenker, Kurbel-, Treib-, Schub-, Pleuel-, Bleuel-, Pleyelstangen) auf die entweder äußerlich an den Treibrädern, oder innerlich an den Treibachsen vermöge deren Abkröpfung angebrachten Kurbeln k einwirken (Fig. 13). Die Cylinder sind genau oder nahezu horizontal angeordnet, weil andernfalls die Drücke der Kolben- und Lenkstangen anstatt lediglich eine Drehung der Kurbeln auch in unerwünscht erhöhtem Grade eine Zusammenpressung und Ausdehnung der Tragfedern m bewirken würden.

Auf der Treibachse sind für jede der beiden Maschinen zwei excentrische Scheiben (Fig. 17) befestigt, die eine für den Vorwärts-, die andere für den Rückwärtsgang der Locomotive. Mittels der Excentricringe und Excentricstangen wirken dieselben, wie ein Kurbelmechanismus, auf die Coulisse ein, deren mittels Hebelwerk n vorzunehmende Auf- und Niederschiebung den Gang des Steuerschiebers gemäß eines größern oder geringern Expansionsgrades oder des erwähnten Vor- und Rückgangs regeln läßt. Die Grundrißfigur 16 zeigt im Durchschnitt zwei innerlich angebrachte Cylinder F mit Kolben j, Dampfkammer G, Dampfkanälen, Muschelschiebern, Schieberstangen a und Führungslinealen oder Geradführungen l.

Auf dem Wagen, also zwischen den Rahmen ist der Dampfkessel angebracht (Fig. 13). Er ist derartig daran befestigt, daß eine infolge seines Heißwerdens entstehende Ausdehnung, also eine Verschiebung auf dem Rahmenbau möglich wird. Derselbe besteht aus der Feuerkiste s, den Rauchröhren b, welche (oft über 200 an der Zahl) zwischen der letztern und der Rauchkiste c angebracht sind, dem die Feuerkiste umschließenden Wasserkasten q und dem die Rauchröhren umschließenden Cylinderkessel; ferner aus dem Dome e und der Esse d. Das Wasser befindet sich in dem Zwischenraume, welcher von den mittels sehr vieler Stehbolzen und Anker aneinander befestigten und versteiften Feuer- und Wasserkasten gebildet wird, und zwischen den Rauchröhren. Der Raum über dem die obersten Rauchröhren um einige Centimeter überflutenden Wasser und der Dom sind zur Aufnahme des entwickelten Dampfes bestimmt. Das Dampfrohr g, welches mittels des Regulators (eines Schiebers) und der Regulatorstange f vom Führerstande aus geöffnet und geschlossen werden kann, führt den Dampf in die Dampfkammern und Cylinder, das Rohr h läßt den verbrauchten Dampf aus den Cylindern ab- und durch den Exhaustor in die Esse strömen (s. Strahlpumpen). Vermöge dieses Vorgangs wird vermittelt, daß der äußere Atmosphärendruck in den Aschenfall und durch den Rost a die frische Luft, sowie durch die Rauchröhren b die Verbrennungsgase pressen kann. Zu erwähnen ist noch das mit einer Spiralfeder t belastete Sicherheitsventil und das Speiserohr w, welches von dem hinten an die Locomotive gehängten (Fig. 9) als Proviant- oder Munitionswagen dienenden, nämlich ein Wasserreservoir und einen Raum für Kohle oder Coak enthaltenden Tender das Speisewasser herzuleiten und welches an der bezeichneten Stelle w mittels einer Vorrichtung zusammengeschraubt ist, welche die zwischen Locomotive und Tender stattzuhabende Gelenkigkeit nicht hindert.

Auch kann noch der dicht über den Schienen angebrachten und häufig mit Drahtbesen versehenen Räumer o als übrigens sehr nebenher gedacht werden. Der dicht vor der Einheizthüre angeordnete Führerstand wird neuerdings meistens mit einem schützenden Häuschen umgeben oder doch überdacht.

c. Das Gewicht und die Adhäsionskraft. Kuppelung.

Da die Adhäsion der Umfänge der Treibräder an den Schienen die Ursache für die Fortbewegung bildet, so ist es behufs Ausübung großer Zugkräfte erforderlich, diese Adhäsion möglichst groß zu machen. Dies wird durch entsprechende Belastung der Treibräder bewirkt, und diese Belastung ist ein Theil des Eigengewichts der Locomotive. Mittels geeigneter Anspannung der den Bau tragenden und auf die Achsbüchsen der Räder sich stützenden Federn kann man es dahin bringen, daß fast jeder beliebige Bruchtheil des Gesammtgewichts als Belastung auf die Treibachse übertragen wird, und daß die Laufachsen, d. h. die nicht mittels des Motors bewegten, sondern nur den Wagen unterstützenden Achsen, nur einen geringen Theil des Gewichts auf sich zu nehmen haben.

Würde die an den großen Rädern kenntliche Treibachse in Fig. 3 und 9 mit dem ganzen Gewichte belastet und würden demnach die vorn und hinten angebrachten Laufachsen gar keine Belastung erhalten, so würde das ganze Gewicht der Locomotive zum Betriebe derselben ausgenutzt, und der durch Belastung der Laufräder entstehende schädliche Reibungswiderstand möglichst beseitigt werden.

Trommel in Verbindung steht. Ein ebenfalls am Zapfen der Trommel befestigtes Zahnrad greift in ein Zahnradsegment ein und schiebt letzteres und somit auch den mit dessen Arm verbundenen Stellmechanismus nach rechts oder nach links, je nachdem die Geschwindigkeit des Motors dem Schaufelrade eine raschere oder langsamere Umdrehung ertheilt. Hierdurch wird die Verstellung eines Drosselventils und somit die Regelung des Ganges bewirkt.

Locomotiven.

(Tafel 32 und 33.)

Die Locomotive kann als ein Fuhrwerk bezeichnet werden, auf und an welchem eine motorische Maschine und ein Mechanismus angebracht ist, welcher mit Hülfe jener Maschine die Fortbewegung der soeben bezeichneten Gesammtheit und gleichzeilig den Transport von angehängten andern Fuhrwerken oder sonstigen Lasten bewirken läßt.

Die Locomotive unterscheidet sich von den bereits besprochenen Locomobilen im wesentlichen durch den an ihr angebrachten Fortbewegungsmechanismus. Der Hauptbestandtheil dieses Bewegungsmechanismus besteht bei den modernen Constructionsformen fast nur aus Rädern, den Treibrädern, welche entweder einen glatten Umfang haben und diesfalls vermöge ihrer Reibung beziehentlich ihrer, die Ursache der letztern bildenden Adhäsion an der berührten Bodenfläche wirken, oder einen rauhen, beziehentlich verzahnten Umfang besitzen und diesfalls vermöge Eingreifens in den relativ weichen Untergrund oder in eine an letzterm befestigte Zahnstange den zur Fortbewegung erforderlichen Widerstand finden.

Das angewendete Fuhrwerk ist meistentheils ein Wagen, mitunter auch ein Schlitten (Taf. 33, Fig. 6) und die motorische Maschine ist bei den derzeitigen Locomotiven durchweg eine Dampfmaschine.

Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, der Straße oder Bahn werden die Locomotiven verschiedenartig construirt und als Eisenbahn-, Straßen-, Feld- und Eislocomotiven unterschieden.

Die Straßen und Feldlocomotiven werden auch wol Zugmaschinen genannt, und falls die Vorrichtung des Ziehens und Transportirens angehängter Lasten in Wegfall kommt und nur ein Transport aufgelegter Lasten, beziehentlich aufgesessener Personen stattfindet, so wird die früher wol allgemein für die Locomotive angewendete Bezeichnung: Dampfwagen, Dampfomnibus, Dampfschlitten u. s. w. gebraucht.

1. Eisenbahnlocomotiven.

a. Geschichtliches.

Die schon lange in den Köpfen von Erfindern lebendig gewesene Idee der Construction einer Locomotive hat wol in frühern Zeiten in dem Spuk einer Gespenstergeschichte in Gestalt eines ohne Kutscher und Pferde sich bewegenden Wagens ihren Tummelplatz, aber bis auf die jüngsten Tage keine praktische Verwirklichung gefunden, ja man darf sogar behaupten, daß selbst heute eine lebensfähige, die Zugkraft der Pferde oder allgemeiner der physiologischen Motoren durchweg ersetzende Locomotive noch nicht erfunden wurde.

Nur auf dem engern Gebiete der Eisenstraßen oder Eisenbahnen sehen wir die diesbezüglich rege gewordene Erfindungsthätigkeit von Erfolg, hier aber auch von überraschendem und staunenswerthem Erfolge gekrönt.

Die eigentliche Geschichte der Erfindung der Locomotiven hebt daher erst von dem Zeitpunkte an, wo Eisenbahnen angewendet wurden. Dieselben gingen aus den zuerst, nämlich im 16. Jahrhundert, in Deutschland beim Bergbau benutzten Holzbahnen hervor, indem die diese Bahnen bildenden hölzernen Schienen oder Langhölzer zunächst mit schmiedeeisernen Flachschienen benagelt, später, nämlich etwa 1700, in England durch gußeiserne Schienen ersetzt und diese wieder (1820) durch schmiedeeiserne, stählerne oder verstahlte schmiedeeiserne Hochschienen verdrängt wurden.

In gleicher Weise, wie an die Entstehung der Eisenbahnen knüpft sich die Erfindung der Locomotive an die Erfindung der Hochdruck-Dampfmaschine, d. h. derjenigen Dampfmaschine, welche, mit höher gespannten Dämpfen arbeitend, des Condensators entbehren und relativ geringe Dimensionen erhalten kann, mithin aus beiden Gründen zur Anbringung an einem Wagen ohne erhebliche Beeinträchtigung des Raumes besonders geeignet ist. Es erscheint aus diesem Grunde erklärlich, daß der Erfinder der Hochdruckmaschine, nämlich der schon bei der Geschichte der Dampfmaschine Erfindung genannte Amerikaner Oliver Evans, auch zum Erfinder der Locomotive wurde. Dessen erste Locomotive, mit dem Namen „Oructer Amphibole" wurde 1801 ausgeführt und fuhr 1803 durch die Straßen von Philadelphia.

Für die Entwickelung und Vervollkommnung der Erfindung, welche außerdem zu der Gattung der Straßenlocomotiven im engern Sinne des Wortes zu zählen ist, bot aber Amerika keinen Boden. Die vollzog sich vielmehr in England, wo, unabhängig von Evans, im Jahre 1802 Trevithick und Vivian auf Anwendung der Hochdruckmaschine für Wagen ein Patent nahmen und 1804 eine Eisenbahnlocomotive in Gang setzten. An diese erste englische, noch höchst primitive Constructionsart schlossen sich in rascher Aufeinanderfolge von mehrern andern Erfindern eine andere, nicht minder unvollkommene Bauarten, welche zumeist nur zum verhältnißmäßig langsamen Transport von Roheisen, Kohlen und sonstigen Lasten bestimmt waren, und welche zum Theil als Bewegungsmechanismus ein in eine verzahnte Mittelschiene eingreifendes Zahnrad oder statt des Rades einen gegen den Boden sich anstemmenden, stakenartigen Apparat hatten, alle mit complicirten, verticalen Balancier-Dampfmaschinen versehen waren. Im Jahre 1815—20 trat jedoch Georg Stephenson mit einer Construction hervor, welche sein Sohn, Robert Stephenson, übrigens unter Benutzung von Verbesserungen noch anderer Erfinder, von 1828 an zum Muster für noch heute gebauten Locomotiven ausbildete und sich dadurch unter den Mitarbeitern an dieser Erfindung die Rangstellung sich erwarb, welche Watt unter den Erfindern der Dampfmaschine einnimmt.

Die Erkenntniß, daß die Reibung oder Adhäsion eines glatten Rades auf der glatten Schiene zur Fortbewegung völlig genüge, sofern die Bahn nur horizontal gebaut werde, und daß nur bei Erfüllung dieser Bedingungen ein zufriedenstellender Erfolg zu erreichen sei, ferner die horizontale Anordnung der Dampfmaschine und die Anwendung der, eine ausgedehntere und viel Dampf producirenden lassenden Heizfläche in dem gebotenen, beschränkten Raume in sich schließenden Vielrohrkessel sind die hauptsächlichsten Grundlagen für die Vervollkommnung der Locomotive geworden, ebenso wie die Einführung der einen raschen Umsteuerung und mannichfaltige Veränderungen des Expansionsgrades bewirken lassenden sogenannten Stephenson'schen Coulisse, von welcher Taf. 32, Fig. 1 eine verbesserte, nämlich die Allen'sche, Form vorgelegt. Auch die Anfachung des Feuers mittels Exhaustors oder Blaserohrs (s. Strahlgebläse)

anstatt mittels des ursprünglich verwendeten Blasebalgs oder diesem ähnlicher Vorrichtungen ist von hervorragender Bedeutung gewesen.

b. Allgemeine Einrichtung.

Nach Robert Stephenson und dessen Mitarbeitern ist die Bauart der Locomotiven wesentlich zu der auf Taf. 32, Fig. 13 im Längsschnitt und in Fig. 6 in Ansicht (jedoch verkleinert) dargestellten geworden.

Der Wagen besteht aus zwei parallel zur Bahnrichtung angeordneten, vorn durch den Bufferbalken p und an mehrern andern Stellen mittels Quer- und Diagonalstücken verbundenen und versteiften Rahmen. Dieselben umschließen (Fig. 3, 8) und stützen sich auf Achsbüchsen, in welchen die Zapfen der Treib- und Laufräder l gelagert sind, die, abweichend von den gewöhnlichen Wagenrädern, mit ihren Achsen fest verbunden sind und daher letztere an ihrer Drehung theilnehmen lassen. Auch bilden die Umfänge der Räder nicht, wie bei den gewöhnlichen Wagen, schwachgewölbte Cylinder, sondern sind nach außen konisch verjüngt und haben innen einen Rand, einen Flantsch (Fig. 3, 9).

Der Rahmenbau ruht jedoch nicht unmittelbar auf den Achsbüchsen, sondern hängt an den Enden von Federn, welche ihrerseits mittels einer in ihrer Mitte angebrachten Stange auf die Achsbüchsen sich stützen. Die Achsbüchsen sind in verticaler Richtung beweglich, behalten aber in horizontaler Richtung ihre Lage bei, verschieben sich daher bei der Stellung der Locomotive auf horizontaler Bahn in genau verticalen Leisten, sodaß wol behufs Abwehrung der von den Unebenheiten der Bahn verursachten Stöße ein Auf- und Niederschwanken des Baues, aber nicht eine horizontale Verschiebung desselben auf den Achsen möglich ist. An den Rahmen ist die Dampfmaschine befestigt. Dieselbe ist eine Zwillingsmaschine, d. h. besteht aus zwei Maschinen, welche auf die mit rechtwinklig verstellten Kurbeln versehene Treibachse einwirken. Eine solche Zwillingsmaschine erweist sich als nöthig wegen des Erfordernisses, daß die Locomotive bei jeder Stellung der Kolben, also auch bei derjenigen des todten Punktes eines derselben in Bewegung gesetzt werden muß. Die beiden Cylinder dieser Zwillingsmaschine sind entweder äußerlich oder innerlich an den Rahmen befestigt und lassen ihre Kolben mittels Kolbenstangen und Lenkstangen (Lenker, Kurbel-, Treib-, Schub-, Pleuel-, Bleuel-, Pleyelstangen) auf die entweder äußerlich an den Treibrädern, oder innerlich an den Treibachsen vermöge deren Abkröpfung angebrachten Kurbeln k einwirken (Fig. 13). Die Cylinder sind genau oder nahezu horizontal angeordnet, weil andernfalls die Drücke der Kolben- und Lenkstangen anstatt lediglich eine Drehung der Kurbeln auch in unerwünscht erhöhterm Grade eine Zusammenpressung und Ausdehnung der Tragfedern m bewirken würden.

Auf der Treibachse sind für jede der beiden Maschinen zwei excentrische Scheiben (Fig. 17) befestigt, die eine für den Vorwärts-, die andere für den Rückwärtsgang der Locomotive. Mittels der Excentricringe und Excentricstangen wirken dieselben, wie ein Kurbelmechanismus, auf die Couliſſe ein, deren mittels Hebelwerk n vorzunehmende Auf- und Niederschiebung den Gang des Steuerschiebers gemäß eines größern oder geringern Expansionsgrades oder des erwähnten Vor- und Rückgangs regeln läßt. Die Grundrißfigur 16 zeigt im Durchschnitt zwei innerlich angebrachte Cylinder F mit Kolben j, Dampfkammer G, Dampfkanälen, Muschelschiebern, Schieberstangen a und Führungslinealen oder Geradführungen l.

Auf dem Wagen, also zwischen den Rahmen ist der Dampfkessel angebracht (Fig. 13). Er ist derartig daran befestigt, daß eine infolge seines Heißwerdens entstehende Ausdehnung, also eine Verschiebung auf dem Rahmenbau möglich wird. Derselbe besteht aus der Feuerkiste a, den Rauchröhren b, welche (oft über 200 an der Zahl) zwischen der letztern und der Rauchkiste c angebracht sind, dem die Feuerkiste umschließenden Wasserkasten q und dem die Rauchröhren umschließenden Cylinderkessel f; ferner aus dem Dome e und der Esse d. Das Wasser befindet sich in dem Zwischenraume, welcher von den mittels sehr vieler Stehbolzen und Anker aneinander befestigten und versteiften Feuer- und Wasserkasten gebildet wird, und zwischen den Rauchröhren. Der Raum über dem die obersten Rauchröhren um einige Centimeter überflutenden Wasser und der Dom sind zur Aufnahme des entwickelten Dampfes bestimmt. Das Dampfrohr g, welches mittels des Regulators (eines Schiebers) und der Regulatorstange f vom Führerstande aus geöffnet und geschlossen werden kann, führt den Dampf in die Dampfkammern und Cylinder, das Rohr h läßt den verbrauchten Dampf aus den Cylindern ab- und durch den Exhaustor in die Esse strömen (s. Strahlpumpen). Vermöge dieses Vorgangs wird vermittelt, daß der äußere Atmosphärendruck in den Aschenfall und durch den Rost u die frische Luft, sowie durch die Rauchröhren b die Verbrennungsgase pressen kann. Zu erwähnen ist noch das mit einer Spiralfeder t belastete Sicherheitsventil und das Speiserohr w, welches von dem hinten an die Locomotive gehängten (Fig. 9) als Proviant- oder Munitionswagen dienenden, nämlich ein Wasserreservoir und einen Raum für Kohle oder Coak enthaltenden Tender das Speisewasser herzuleitet und welches an der bezeichneten Stelle w mittels einer Vorrichtung zusammengeschraubt ist, welche die zwischen Locomotive und Tender stattzuhabende Gelenkigkeit nicht hindert.

Auch kann noch der dicht über den Schienen angebrachten und häufig mit Drahtbesen versehenen Räumer o als übrigens sehr nebenher gedacht werden. Der dicht vor der Einheizthüre angeordnete Führerstand wird neuerdings meistens mit einem schützenden Häuschen umgeben oder doch überdacht.

c. Das Gewicht und die Adhäsionskraft. Kuppelung.

Da die Adhäsion der Umfänge der Treibräder an den Schienen die Ursache für die Fortbewegung bildet, so ist es behufs Ausübung großer Zugkräfte erforderlich, diese Adhäsion möglichst groß zu machen. Dies wird durch entsprechende Belastung der Treibräder bewirkt, und diese Belastung ist ein Theil des Eigengewichts der Locomotive. Mittels geeigneter Anspannung der den Bau tragenden und auf die Achsbüchsen der Räder sich stützenden Federn kann man es dahin bringen, daß fast jeder beliebige Bruchtheil des Gesammtgewichts als Belastung auf die Treibachse übertragen wird, und daß die Laufachsen, d. h. die nicht mittels des Motors bewegten, sondern nur den Wagen unterstützenden Achsen, nur einen geringen Theil des Gewichts auf sich zu nehmen haben.

Würde die an den großen Rädern kenntliche Treibachse in Fig. 3 und 9 mit dem ganzen Gewichte belastet und würden demnach die vorn und hinten angebrachten Laufachsen gar keine Belastung erhalten, so würde das ganze Gewicht der Locomotive zum Betriebe derselben ausgenutzt, und der durch Belastung der Laufräder entstehende schädliche Reibungswiderstand möglichst beseitigt werden.

Allein diesfalls würde die Locomotive im labilen Gleichgewichte auf der Treibachse schweben, sich horizontal auf den Schienen drehen und somit leicht entgleisen können. Aus diesem Grunde und aus den fernern, daß eine zu intensive Belastung den Unterbau der Eisenbahn gefährdet, sowie Radreifen und Schienen zerstört, sieht man von der bezeichneten günstigsten Vertheilung des Gewichts ab und wendet die Bauart der genannten Fig. 3 und 9, welche übrigens bezüglich der Radstellung ziemlich identisch mit den ersten Constructionen von Robert Stephenson ist, für weniger Zugkraft ausübende Schnellzug-Locomotiven an.

Man umgeht aber die bezeichneten Uebelstände durch das Auskunftsmittel der Anbringung mehrerer Treibachsen, sodaß die Laufräder völlig oder zum Theil entbehrlich, beziehentlich in Treibräder umgewandelt werden. Zu diesem Zwecke wird aber meistens nicht eine die accessorischen Treibachsen bewegende besondere Dampfmaschine angebracht, sondern einfach eine mittels Kuppelstangen bewirkte Verbindung derselben mit der Haupttreibachse vorgenommen, sodaß die eine Zwillings-Dampfmaschine sämmtliche Treibachsen in Umdrehung versetzt. In Fig. 1, 2, 5, 10, 11 und 14 sind auf diese Weise zwei Treibachsen, in Fig. 4, 6, 8 und 15 deren drei und in Fig. 12 deren vier aneinandergekuppelt.

Die Frage entsteht, weshalb nicht stets nur gekuppelte Treibachsen und gar keine „todte Last" bewegende Laufachsen angewendet werden?

Hauptsächlich stehen einer derartigen Anordnung die Krümmungen, die Curven der Bahn entgegen. Eine in eine scharfe Krümmung gestellte Locomotive, von oben betrachtet, wird erkennen lassen, daß die starre Vereinigung mehrerer Treibachsen den voneinander entferntesten Rädern zwischen den Schienen keinen Platz läßt, weshalb bei gewaltsamer Durchführung dieser Construction ein Auseinanderdrängen der Schienen und ein Entgleisen die verhängnißvolle Folge sein würde.

Um die Treibachsen aus diesem Grunde möglichst dicht aneinanderrücken zu können, muß man kleine Räder anwenden, was für Schnellzug-Locomotiven nicht geeignet ist. Daher die Beibehaltung der Radstellung in Fig. 3 und 9 für Locomotiven dieses Zwecks, mit ungewöhnlich großen Treibrädern, welche zuerst Crampton anwendete. Daher aber auch die Anwendung der gekuppelten Treibachsen für langsamer laufende aber kräftiger ziehende Güterzug-Locomotiven.

Die Gebirgsbahnen nöthigen zur Anwendung besonders kräftiger Locomotiven und weisen doch auch naturgemäß besonders scharfe Krümmungen auf; ferner lassen sie die Benutzung des ganzen Gewichts zur Betriebskraft in hervorragendem Grade als wünschenswerth deshalb erscheinen, weil die todte Last über die Höhe des Gebirgs transportirt werden muß. Man ist daher ganz besonders für diese Bahnen Locomotiven mit gekuppelten Rädern anzuwenden und die hiergegen durch die Krümmungen verursachten Schwierigkeiten zu besiegen bemüht gewesen. Auch bewog hierzu noch der fernere Grund, daß bei der Thalfahrt die Locomotive den durch sein Gewicht in zu heftige Geschwindigkeit gerathenden Zug aufhalten muß, und daß die zu diesem Zwecke angewendete Gegendampfwirkung um so kräftiger ausfällt, je mehr gekuppelte Achsen vorhanden sind.

d. Drehgestelle, Tendermaschinen, Engerth's, Meyer's und Fairlie's System.

Zunächst sucht man den Einfluß der Krümmungen durch Anbringung von Drehgestellen zu paralysiren. Solche Drehgestelle oder Wendeschemel sind kleine zwei- oder vierräderige Wagen, auf welchen der Vordertheil oder auch der Hintertheil des Kessels ruht, jedoch derartig, daß eine Beweglichkeit möglich ist, infolge deren eine Drehung des Gestells oder Wagens und die Einstellung desselben in die Curven stattfinden kann. Zu diesem Zwecke steht das Gestelle nur mittels eines Zapfens oder Bolzens mit der Locomotive in seiner Verbindung und dieser Bolzen ist, wie in Fig. 1 (Nowotny's System), 2 und 4 (Norris' System), in der Mitte des Gestells oder auch außerhalb desselben mehr nach hinten, angebracht. Letzternfalls dient der Bolzen nicht gleichzeitig als Stütz- und Drehpunkt, sondern nur als Drehpunkt, und die Stützung erfolgt durch eine auf dem Wagen oder Schemel angebrachte Kreisschiene. Ist das Gestell letzternfalls einachsig, so heißt es Bissel gestell, ist es zweiachsig, so wird es nach seinem Erfinder das Baessen'sche genannt.

Um die todte Last völliger auszunutzen und zu auch diejenige des Tenders, welcher (Taf. 32, Fig. 3, ebenso unnütz, wie ein unbezahlter schwerer Passamittransportirt, mitgeschleppt werden muß und der Schlepptender heißt, so hat man nicht nur sämmtliche Achsen der Locomotive, sondern auch diejenige des Tenders aneinandergekuppelt, also sämmtliche Laufachsen zu Treibachsen gemacht. Ein Beispiel dieser Art ist die Semmering-Locomotive von Engerth, welche der äußern Form nach der Fig. 12 ähnelt.

Dieselbe hat drei gekuppelte Locomotiv- und vier gekuppelte Tenderachsen. Die eine der beiden letztern ist aber vermöge einer eigenthümlichen Bauart des Tenders, auf welchen der Hintertheil des Kessels ruht und mit welchem derselbe verbolzt ist, so nahe an die hinterste Locomotivachse gerückt, daß sie mittels eines auf ihr befestigten Zahnrades, eines solchen auf einer Zwischenwelle sitzenden und eines wieder auf jener Locomotivachse befestigten Zahnrades Maschinenkraft in sich aufnimmt und durch die Kuppelstangen auch den übrigen Tenderachsen mittheilt.

Auch hat man statt dieses Zahnrädermechanismus eine Zwischenwelle mit Kurbelmechanismus angewendet.

Behufs Umgehung dieser schwierigen und der Abnutzung und Zerstörung unterworfenen Verbindung hat man ferner den Tender völlig mit der Locomotive vereinigt, d. h. das den Tender ausmachende Wasserreservoir und den Kohlenraum auf der Locomotive selbst angebracht und somit die sogenannten Tender-Locomotiven construirt. Taf. 32, Fig. 4 gibt ein Beispiel dieser Art und läßt erkennen, daß die Wasserkästen über den Rahmen sich befinden. Dieselben werden aber auch in den Rahmen selbst angebracht oder sattelförmig auf dem Kessel angeordnet.

Sehr schwere Züge werden durch Vorspannung zweier Locomotiven bewegt. Werden hierzu Locomotivmaschinen mit lauter gekuppelten Achsen verwendet, so ist die auszuübende Zugkraft außerordentlich groß, aber auch kostspielig, namentlich deshalb, weil für die beiden Maschinen doppeltes Personal Dienst thun muß. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, hat Fairlie gemeinschaftlich zwei Tenderlocomotiven fest miteinander verbunden, sodaß sie namentlich hinsichtlich der Bedienungsmannschaft nur als eine einzige behandelt werden können. Die Fairlie'sche Construction macht äußerlich den Eindruck eines siamesischen Bruderpaars, welches mit den Rücken zusammengewachsen ist. In der That bestehen die beiden Kessel dieser Duplexlocomotive aus einem einzigen Stück, die Feuerkisten oder Feuerbüchsen derselben sind in der Mitte, die Essen an den beiden äußersten Enden angebracht. Auch die Cylinder der Maschinen mit ihren vier Cylindern sind derartig angebracht, daß die Cylinder an den äußern

scheinen. Allein jede dieser Maschinen, also der Motor, ist an einem mit drei gekuppelten Achsen versehenen Drehgestell befestigt, welches Motorgestell genannt wird, im Gegensatz zu dem nur Laufachsen enthaltenden Laufdrehgestell oder Laufgestell der Fig. 1 und 4. Die beiden Motorgestelle stellen sich unabhängig voneinander in die Curven ein, der lange diese Doppelkessel stützt sich auf dieselben, ohne deren Ausweichung zu hindern, und so ist eine gefahrlose Durchfahrung sehr starker Krümmungen möglich.

Eher als Fairlie hat Meyer eine Duplexlocomotive mit zwei Motorgestellen construirt, jedoch die vier Cylinder in der Mitte angeordnet und nicht den Kessel selbst, sondern besondere Gelenkstangen zur Verbindung der Motorgestelle angewendet. Ja eigentlich traten diese letztgenannten Tendermaschinen schon bei den Concurrenzlocomotiven der Semmeringsbahn 1851 auf, wenn dem dort das jetzt sogenannte Fairlie'sche System durch die Locomotive „Seraing" von Lausmann und das Meyer'sche System durch die Locomotive „Wiener Neustadt" von Günther vertreten war.

Dem Meyer'schen und Fairlie'schen Systeme wird von vielen Seiten eine vielverheißende Zukunft prophezeit. Theoretisch genommen, rücksichtlich der Ausnutzung des vollen Gewichts als Treibmittel, würde diese Prophezeiung auch berechtigt sein. Aber auf der Semmeringer Brennerbahn z. B. werden Tendermaschinen überhaupt nicht für zweckmäßig gehalten, weil deren Adhäsionsgewicht in dem Maße, als der Wasser- und Kohlenvorrath verbraucht wird, sich verringert und daher die weit auseinanderliegenden Wasser- und Kohlenstationen einer bedenklich großen Differenz unterworfen sind. Man hat daher auf der Semmeringbahn auch die Anordnung des Tenders aufgegeben und verwendet gegenwärtig Locomotiven ohne Drehschemel mit vier gekuppelten Maschinenachsen und einem Schlepptender (Fig. 13).

Ueberhaupt erscheint es nicht rathsam, die Zugkraft der aus dem Gewichte resultirenden Adhäsion allein abhängig zu machen. Unter allen Umständen leiden Geleise und Schiene von der hieraus hervorgehenden Maximalkraft in bedenklichstem Grade, und die Vortheile, welche nämlich zur Anwendung bedeutend höherer und stärkerer Schienen und eines erheblich solideren und kräftigeren Unterbaues überhaupt, jedoch der wohl anzustellende Vergleich eines Kampfes zwischen Locomotive und Bahnbau mit demjenigen zwischen Panzerplatten und Panzerplatten als völlig zutreffend erscheint, die schwereren als die Achse des schwersten Radwagens in die Achse der Locomotive bringen sein; nur müsste man die Bahn mit sämmtlichen Objecten nicht überrieben solid gebaut zu werden, als es jetzt auch wegen der schweren Locomotiven nöthig ist.

Ersatz des Adhäsionsgewichts. Zahnsysteme.

Man hat daher wiederholt, um der Adhäsion der Locomotive zu Hilfe zu kommen, jedoch erfolglose Versuche gemacht, die Anwendung eines Zahnrades, wie derselbe in Fig. 14 als Cylinder mit über dem Rahmen der Locomotive befindlichen Kurbeln, und welcher mit einer Verzahnung der Schiene mit Hilfe der Kurbelstangen eingreift, also mehr viel über die Adhäsionsgrenze hinaus auch nur zur gelegentlichen Ueberwindung einer in Betriebsunterbrechung verursachenden Steigung.

Ein anderes von der vielen Maschinenbauern vorgeschlagenes Hilfsmittel ist die Anwendung einer Reibungsrolle zur Hervorbringung einer nach Bedarf dem Systeme entstruirten Locomotive. Auf Taf. 33 zeigen Fig. 7 und 8 eine solche Locomotive mit Bahnstrecke.

Gegen die überhöhte Mittelschiene wirken von rechts und von links vier horizontale Räder, welche durch einen in der halb durchschnitten dargestellten Grundrißfigur 8 erkennbaren Federmechanismus angepreßt und von einer innen liegenden Zwillingsmaschine bewegt werden, sodaß die beiderseitige Druckkraft die Mittelschiene nicht niederdrückt oder verschiebt, sondern nur deren Substanz oder moleculare Structur zusammenzupressen trachtet. Außerdem sind noch zwei gekuppelte Treibachsen gewöhnlicher Art vorhanden, und die Maschine ist eine Tenderlocomotive mit seitlich vom Kessel über den Rahmen angebrachten Wasserkästen.

Dieses System, welches für eine über den Mont-Cenis vor vollendeter Durchtunnelung desselben gelegte Interimsbahn construirt war, hat jedoch viele praktische Mängel.

Bei der zur Ersteigung des Rigi und auch neuerdings des Kahlenbergs bei Wien angelegten Bahn ist man auf den historischen Ausgangspunkt wieder zurückgetreten und hat eine verzahnte Mittelschiene und mit entsprechenden Zahnrädern versehene Locomotiven angewendet; wegen der abnormen Steigungsverhältnisse wohlberechtigt.

f. Die Dampfmaschinen der Locomotiven. Störende Bewegungen und Ausbalancirung.

Die als Motoren der Locomotiven benutzten Dampfmaschinen haben sich im allgemeinen in ihren Constructionsformen und sogar in ihren Dimensionen seit Robert Stephenson nicht wesentlich verändert. Zwei völlig oder nahezu horizontale Cylinder werden entweder äußerlich, wie Taf. 32, Fig. 1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12 und 14, oder innerlich, wie in den Fig. 3, 6, 8, 13 und 15 angebracht. Der in jedem derselben hin- und hergehende Kolben treibt mittels Kolben- und Lenkstange meistentheils direct die Kurbel- und Hauptreibachse, auf welcher in den meisten Fällen die auf eine (gewöhnlich Stephenson'sche) Coulisse einwirkenden Excenter angebracht sind. (In Fig. 1, 12 und 14 erscheinen letztere äußerlich angebracht).

Diese übliche Construction der Dampfmaschinen ist, von einem gewissen Standpunkte aus betrachtet, keineswegs eine zweckmäßige.

Zufolge der fortwährend hin- und hergehenden Gewichte der Kolben, Kolbenstangen, Lenkstangen, Kuppelstangen u. s. w. verändert der Schwerpunkt der Locomotive fortwährend seine Lage und bewegt sich nicht, wie es für den ruhigen Gang erwünscht wäre, nur in der Richtung der Fortbewegung fort.

Zufolge der aus der Verbindungsweise des Kurbelmechanismus resultirenden verticalen Drücke gegen den Rahmen werden die den ganzen Bau tragenden Federn fortwährend verschieden stark angespannt, bald diejenigen der einen Seite mehr als diejenigen der anderen, bald die anderen mehr als die ersteren.

Aus diesen mechanischen Ursachen gehen eigenthümliche Schwingungen, Schwankungen und Schaukelungen hervor, welche nur die bizarrsten Bewegungen zu nennen wären.

Die aus den besprochenen schweren Bestandtheile resultirenden für sich allein Bewegungen, als würden sie gemeinsam in der Achse ihre auf- und niedergehende (aus Kolben und Kolbenstangen) und als würden sie eine hinundhergehende (aus Kurbeln und Excenter).

Die ersten beiden dieser Bewegungsarten können zwar durch Balancirungsgewichte, welche, ebenso wie die Gegengewichte für die schweren Kurbeln, an den Treibrädern angebracht werden, ausgeglichen und die übrigen durch eine entsprechende Bauart theilweise paralysirt werden. Allein anderweite Umstände lassen diese Ausgleichungen unzweckmäßig erscheinen. Daher würde es vortheilhaft sein, eine Dampfmaschinenconstruction anzuwenden, welche möglichst wenig hin- und hergehende Massen enthält, oder noch besser, welche deren gar keine hat und auch ohne Kurbelmechanismus wirkt.

Diesbezüglich würde z. B. eine in Fig. 7 dargestellte Maschine mit oscillirenden Cylindern, in welchen sich zwei Kolben gegen- und voneinander bewegen, eine Lösung der Frage bilden. Noch zweckentsprechender aber würde eine Maschine mit rotirenden Kolben, also eine sogenannte rotative Maschine sein, deren Kolben unmittelbar auf der Treibachse zu befestigen wäre und die auch mit einem einzigen Cylinder auskommen ließe, wenigstens behufs der Ueberwindung des todten Punktes deren zwei nicht nöthig machen würde.

Allein die ungleich schwierigere solide Anbringung der oscillirenden und der hinsichtlich des Dampfverbrauchs äußerst ungünstige Wirkungsgrad der rotativen Maschinen haben noch immer bei der Verwendung der gewöhnlichen horizontalen Maschinen verbleiben lassen. Der Ausgleich der bezeichneten störenden Bewegungen wird durch wenigstens theilweise Anbringung der erforderlichen Gegengewichte und durch Balanciers, d. h. doppelhebelartige Bestandtheile, zu bewirken versucht, welche die Drücke der Federn gleichmäßig vertheilen.

Diesbezüglich ist z. B. in Fig. 5 ein Balancier zwischen den gekuppelten Treibrädern behufs Aufnahme der einseitigen Federdrücke dieser Räder in einem über der Kuppelstange befindlichen Ausschnitte des Rahmens angebracht, während Fig. 3 und 11 die in den Treibrädern befestigten Gegengewichte zeigen.

Die hinsichtlich der Bauart der Locomotive aus der rein objectiven wissenschaftlichen Untersuchung hergeleiteten Normen sind mit den aus der allgemeinen Praxis und allerdings auch weniger von den thatsächlich äußerst wichtigen Einwirkungen des Zustandes des Bahnbaues abstrahirenden, vielmehr diesen letztern und die Betriebsverhältnisse concreter berücksichtigenden subjectiven Ansichten der Maschineningenieure so sehr verquickt, daß völlig feste Regeln beim Bau der Locomotiven noch keineswegs befolgt werden.

Der eine hat mehr Meinung für diese, der andere für jene Constructionsart, je nachdem sein Urtheil auf mehr theoretische oder auf lediglich praktische Auffassungen gegründet ist. Selbst das massenhaft angehäufte statistische Material läßt keine feste Urtheilsbasis gewinnen.

Jedoch im allgemeinen und für das Laienauge sind sämmtliche Locomotiven der Jetztzeit, wenn auch verschieden hinsichtlich ihrer Bestimmung für Schnellzüge oder Güterzüge, für ebene oder Gebirgsbahnen, für gerade oder stark gekrümmte Geleise, ziemlich von gleicher Einrichtung.

g. Aeußerlichkeiten. Gewicht und Zugkraft.

Die Abbildungen auf Taf. 32 zeigen daher, daß in allen Ländern und unter allen Zonen, in Deutschland, England und Frankreich, in Rußland und in Ostindien die äußere Form fast dieselbe ist.

Nur die amerikanische, in Fig. 2 abgebildete Locomotive weist eine äußerliche jedoch bedeutungslose Verschiedenheit insofern auf, als vor derselben behufs Beseitigung der in den dortigen unwegsamen Gegenden häufiger auf der weniger sorgfältig überwachten [illegible] abgelagerten Objecte oder verendeten Thiere [illegible] gitterförmige Räumer angebracht sind, als [illegible] eigenthümlicherweise statt der beiden über den [illegible] befindlichen Laternen nur deren eine vor der [illegible] besitzt und, ähnlich den Dampfschiffen, statt [illegible] schrillenden Signalpfeife auf ihrem Rücken eine [illegible] trägt.

Die jetzt gebauten Locomotiven werden nach [illegible] Petzholdt bis zu 100000 Kilogr. schwer, mit [illegible] nachdem sie Personen- oder Güterzugmaschinen [illegible] mit einem Adhäsionsgewichte (Druck gegen die Sch[illegible] von beziehentlich 25000 bis 30000 und 30000 [illegible] 80000 Kilogr. gebaut, sie üben an den Umfä[illegible] ihrer Treibräder eine Zugkraft von beziehentlich [illegible] und 6000 Kilogr. aus und haben eine Leistungsfä[illegible] keit von beziehentlich 600 und 400 Pferdestärken. [illegible] als Personenzug-Locomotiven eine größere Leist[illegible] denn als Güterzugmaschinen, welcher vielleicht auch [illegible] Umstand von der größern Geschwindigkeit der [illegible] herrührt. Früher rechnete man als mittlere Leist[illegible] der Locomotiven 200 Pferdestärken.

h. Schlepptender.

Auf Taf. 33, Fig. 9 und 10 sind zwei Schlepptender abgebildet, der erste von gewöhnlicher amerikanischer Bauart und Einrichtung, der letztere jedoch mit der Besonderheit, daß eine Füllung des Wasserkastens mitten auf der Strecke erfolgen kann, ohne daß der Tender und der Zug angehalten werden.

Zu diesem Zwecke ist auf einer längern horizontalen Strecke der Bahn ein langer Wassertrog zwischen den Schienen angebracht. Der Tender aber, von Lambert bottom erfunden, hat im Innern seines Wasserkastens ein dicht auf dessen Boden über einer Oeffnung befestigtes Rohr, sowie eine zweite an diese Oeffnung anzudrückende, aber auch mittels Drehung zu entfernende, nach unten gebogene Röhre, welche zum Eintauchen in den erwähnten Wassertrog gebracht wird und alsdann vermöge des aus der Fahrgeschwindigkeit hervorgehenden Stoßes ein Schöpfen des Wassers zum Füllen des Tenders bewirkt.

2. Straßenlocomotiven.

Wenn von den bereits in dem kurzen geschichtlichen Abriß betreffs der Eisenbahnlocomotiven erwähnten noch vor Entstehung der Schienenwege unternommenen verfehlten Versuchen hinsichtlich der Construction von Straßenlocomotiven oder Straßendampfwagen abgesehen und der diesbezüglichen Bestrebungen von Robinson und Watt (1759), sowie von Cugnot (1770) nur obenhin gedacht und auch die schon eher als Anlungen zu bezeichnende, bereits bei den Eisenbahnlocomotiven genannte Construction Evans' nicht weiter berücksichtigt wird, so kann eigentlich erst von [illegible] 1830 an mit historischen Verzeichnungen des hier erörternden Gegenstandes begonnen werden.

Daß die Erfindung einer für eine Straßenlocomotive geeigneten Construction im allgemeinen genommen keine Schwierigkeiten bot, nachdem bereits seit dem Decennium G. Stephenson seine Eisenbahnlocomotive in das Leben gerufen hatte, scheint einleuchtend zu sein. Allein die unebene Straße, selbst die glatteste Chaussee und natürlich noch mehr der Feldweg, verhalten sich diesbezüglich doch so wesentlich anders, als eine ebene mit nur geringen Steigungen und Krümmungen ganz besonders für den Zweck des Locomotivtransportes hergestellte Eisenbahn, daß höchst eigenartige und keineswegs erwartete Schwierigkeiten überwunden werden mußten. Nur derjenige, welcher das Bild von [illegible]

ormen Drucke vor Augen hat, der von den
:eibrädern einer Eisenbahnlocomotive behufs Erregung
r die Fortbewegung bedingenden Adhäsionskraft ge-
n die festen eisernen und verstählten Schienen aus-
übt werden muß, wird an die Lösung des Problems
r Fortbewegung eines Wagens und gar einer Zug-
ıschine mittels Drucks der Räder gegen die Oberfläche
ıer immerhin relativ weichen und nachgiebigen Straße
t gerechter Befangenheit hinantreten.

Für die glatte, ebene Eisfläche scheint die Möglich-
t des Gelingens schon näher zu liegen. In der
at ist daher auch der Versuch nicht ganz misglückt,
lcher auf der Newa mit der auf Taf. 33, Fig. 6 construir-
: Locomotive angestellt wurde; dieselbe ist sehr ähn-
) einer Eisenbahn-Tendermaschine mit sattelförmig auf
n Kessel angebrachten Wasserkasten construirt, hat
och statt der Laufräder einen Schlitten und statt der
ıtten Treibräder solche von mit Stacheln versehenen
änzen.

Allein die Sprödigkeit des Eises bleibt immerhin
Hinderniß in der Durchfahrung ein und derselben
br und mehr beschädigt werdenden Trace, und der
eis der Anwendbarkeit ist ein beschränkter. Auch
: sich seit 1862, dem Zeitpunkte der Erfindung dieser
Locomotive, von einer weitern Verwendung nichts
:nehmen lassen.

Schon viel früher, nämlich 1846—54, war
ydell bestrebt gewesen, der Schwierigkeit des zu
ichen Untergrundes durch Anbringung einer
chleppbahn zu begegnen. Wie aus Taf. 33, Fig. 4 zu
ehen, wird hier von den beiden mittels Zahnrädern
regten Treibrädern das Gleis mitgeschleppt, indem
ıselbe aus sechs flachen ineinander passenden und
: dem Treibrade locker verbolzten Stücken besteht,
lche nach Maßgabe der Fortbewegung nacheinander
ı der Maschine selbst vor die Treibräder gelegt
:den. Diese flachen Stücke dringen namentlich auf
dwegen und auf den Feldern selbst nicht so tief
die Treibräder in den Boden ein, finden auf letz-
n einen größern Reibungswiderstand als die Treib-
er und bieten wiederum diesen eine beträchtlichere
päsion dar, als dieselben auf dem Boden haben
rden. Ein Wendeschemel mit Steuerrad und zuge-
igem Mechanismus, vorn vor dem Rauchkasten des
sels angebracht, läßt ein Lenken bewirken. Allein
) der vielfach günstigen Erfolge ist doch diese Loco-
ive auf einem nur engen Gebiete von Anwendungs-
en brauchbar und vermag wegen ihres langsamen
nges, ihrer hohen Anschaffungs- und Betriebskosten,
ie wegen der häufigen Reparaturbedürftigkeit des
n auch sinnreichen, so doch complicirten Mechanismus
:r den gewöhnlichen Umständen mit den üblichen
fuhrwerken keineswegs erfolgreich zu concurriren.
:s wurde daher 1862 wiederum ein System pro-
, welches einfach vermöge der Reibung der Rad-
änge auf der Oberfläche der Straße fortzukommen
te, und zwar wurden hierbei sowol rauh gemachte
mit Vorsprüngen und Querriefen versehene als
einfach glatte Radumfänge, jedoch von solcher
ite angewendet, daß die Räder fast das Aussehen
Chausseewalzen haben.

ach der Constructionsart von Garrett und Sohn
geführt zeigt Fig. 5 die dicht hinter dem Kessel
:ordnete Treibachse, welche von der (nach Locomo-
tart) obenauf angebrachten eincylindrigen Maschine
els Zahnradvorgelege und Gelenkkette bewegt wird,
rend vorn behufs des Lenkens ein Bisselartiges
hgestell angebracht ist.

ehr ähnlich ist auch Fig. 2 construirt, jedoch mit
Unterschiede, daß zwei Gelenkketten angeordnet
sind und diejenige für die Treibachse eine mittlere horizontale Lage hat, was bezüglich der entstehenden Bodenpressungen bedeutungsvoll ist.

Ueber diese Zugmaschinen erkämpfte sich jedoch auf der hamburger Ausstellung (1862) die Locomotive von Schwarzkopf in Berlin den Sieg.

Dieselbe unterscheidet sich, in Fig. 1 mit angehängtem Wagen abgebildet, von den frühern durch das Vorhandensein von sowol auf der Treib- als auf der Laufachse angebrachten Federn und einer mittels Coulissensteuerung steuerbaren Zwillingsmaschine. Beide Steuerungen, allerdings von der Eisenbahnlocomotive entnommen, jedoch von den frühern Erfindern der Zugmaschine nicht genügend gewürdigt, haben zur Erreichung des günstigen Erfolgs wesentlich beigetragen. Uebrigens aber erfolgt die Bewegung, nicht wie bei den Eisenbahnlocomotiven direct, sondern vermittels eines zwischen der Maschine und der Treibachse angeordneten (linkerhand unter dem Kessel erkennbaren) Zahnradvorgeleges, und das Lenken wird vermittels eines (rechterhand unter dem Vorderwagen sichtbaren) Kettenrades durch Wendung der mit kleinen Rädern versehenen Laufachse bewirkt.

Die Transportkosten mit einer solchen Schwarzkopf'schen Locomotive und 5 bis 6 angehängten Lastwagen haben sich einschließlich der Amortisation und Verzinsung des auf 7000 — 8000 Thaler für den ganzen Train sich belaufenden Anschaffungskosten und einschließlich des Lohnes für die Bedienungsmannschaft und des Chausseegeldes zu 3 Pfennige per Centner und Meile ergeben, wobei die Fahrgeschwindigkeit eine Meile per Stunde ausfiel.

Das Gewicht der Maschine beträgt 9000 — 10000 Kilogr. und die Pferdestärke höchstens 20 — 25.

Aus Taf. 33, Fig. 12 ist zu ersehen, daß die innere Einrichtung einer Straßenlocomotive hinsichtlich des Kessels mit derjenigen einer Locomobile übereinstimmt, indem in einem linkerhand sichtbaren verticalen Wasserkasten die Feuerkiste mit Rost (hier in der Zeichnung weggelassen) angebracht erscheint und von hier aus in einem horizontalen Cylinderkessel bis zum rechterhand zu erkennenden und die Esse auf sich tragenden Rauchkasten ein Bündel von engen Rauch- oder Feuerröhren angeordnet ist. Da die Straßenlocomotiven Tendermaschinen sind, so findet sich auch hier ein Wasserkasten vor, nämlich unter dem Führerstande (linkerhand) hinter dem Kessel, zwischen welchen beiden die Treibachse angebracht erscheint. Die Maschine mit ihrer Coulissensteuerung ist bei dieser Construction unter dem Kessel angeordnet, und der behufs des Lenkens der kleinen Vorderräder vorhandene Mechanismus ist durch den Rauchkasten geführt, um mittels horizontaler Welle und Schraubenrädern vom Führerstande aus regiert werden zu können.

Die äußere Form eines Dampfwagens oder einer Dampfkalesche, d. h. eines zum Transporte von Personen geeigneten und durch Dampfkraft betriebenen Fuhrwerks ist, nach der Constructionsart Rickett's, in Fig. 3 abgebildet, und die innere Einrichtung eines Dampfomnibus kann aus Fig. 11 ersehen werden. Linkerhand ist ein Sitz für den Heizer vor dem Kessel angebracht, welcher ebenso, nur beträchtlich kürzer, wie ein Locomotivkessel eingerichtet erscheint. Rechterhand ist über der Laufachse ein Sitz für den, einen zuvorderst angebrachten Lenkhebel ergreifen könnenden Conducteur angeordnet. In der Mitte auf den Tenderkästen befinden sich die gepolsterten Sitzplätze für acht Personen; auch kann, wie die punktirten Linien andeuten, eine Ueberdachung angebracht werden. Die Maschine befindet sich unter dem Boden der Sitzplätze

und wirkt mittels Vorgelegewelle und Zahnrädern auf die (linkerhand) unter dem horizontalen Theile des Kessels angeordnete Treibachse.

Der betonten Erwähnung bedarf es nicht, daß weder eine Dampfkutsche, noch ein Dampfomnibus und ebenso wenig eine Straßenlocomotive, Zugmaschine oder traction-engine erfunden wurde, welche zu der Annahme berechtigt, daß den jetzt üblichen Arten des Fortkommens im allgemeinen wirksame Concurrenz gemacht werden könnte. Auch die neuerdings mit Ammoniakmaschinen betriebenen Straßen-Eisenbahnwagen, welche ursprünglich so viel Aufsehen in Amerika erregten, scheinen trotz der zufriedenstellenden Versuche des Generals Beauregard schon wieder beiseite geschoben zu sein.

Die Luftschiffahrt.

(Tafel 34.)

Wenn auf den übrigen Tafeln der Maschinentechnik bis auf einige wenige Ausnahmen nur Maschinen und Apparate dargestellt wurden, welche dem Prüfstein praktischer Bewährtheit widerstanden haben, so kann diese letzte Tafel nur Abbildungen von Constructionen bieten, welche rücksichtlich ihrer Wirkungsweise als motorische Fahrzeuge noch keineswegs von Erfolg gekrönt wurden.

Luftballons, welche sich in höhere Regionen der Atmosphäre erheben und von der Strömung der Winde und demnach in der Richtung derselben fortbewegt werden, bilden nicht die Lösung des Problems, welches die Luftschiffahrt sich zum Gegenstande genommen hat. Sie bilden es ebenso wenig, wie der Nachen ohne Steuer und ohne Ruder, welcher, ins Meer hinausgestoßen, von den Wogen desselben hin- und hergeschaukelt wird und den Strömungen desselben willenlos folgen muß, die Lösung der Aufgabe der Wasserschiffahrt enthalten würde. Und daß lenkbare, gegen Wind oder nach anderer als der herrschenden Luftströmung zu bewegende Luftschiffe noch nicht erfunden wurden, ist schon aus dem einen Umstande bekannt, daß unsere Widersacher im glorreichen Kriege von 1870—71 trotz der äußersten Anstrengungen und trotz fieberhaft erregter und angespannter Erfindungskraft nicht im Stande waren, ihre Luftposten anders als nach den Launen des Wetterwechsels zu befördern.

Frei, wie der Vogel in der Luft, sich bewegen, je nach Willkür diese oder jene Richtung einschlagen, oder doch, wie mit der Locomotive auf der Eisenbahn oder mit dem Schiffe auf Fluß und Meer, bestimmte Routen innehalten zu können: dieses Problem ist bis jetzt unlösbar geblieben. Wir sprechen daher nur von dem Versuch seiner Lösung, welcher im wesentlichen zwei Richtungen eingeschlagen hat. Erstens hat man den Flug der Vögel, Insekten oder Fledermäuse als Vorbild genommen und Flugmaschinen zu construiren versucht, zweitens hat man das Schwimmen des Fisches im Wasser nachahmen und den Luftballon steuerbar machen wollen.

1. Ballons, Aerostaten.

Ein Ballon der herkömmlichen oder ursprünglichen Art, von mehr oder weniger kugel-, ei- oder birnenförmiger Gestalt, bewegt sich bei Windstille vertical in die Höhe und bei Luftströmungen in einer schräg ansteigenden oder genau genommen in einer krummen Bahn, die mit wachsender Höhe immer mehr der horizontalen Richtung sich nähert. Ist er in einer gewissen Höhe angekommen, so bleibt er schweben oder bewegt sich in der Richtung des in dieser Höhe herrschenden Windes horizontal fort.

Daß die Ursache dieser Erscheinung von der Differenz der specifischen Gewichte des Ballons (einschließlich seines Füllungsstoffs) und einer seinem äußern Volumen gleichkommenden Luftmenge herrührt, und daß dieselbe völlig identisch mit derjenigen ist, welche die Bewegung eines vom Boden des Meeres aufsteigenden Stückes Holz oder eines sonstigen specifisch weniger als Wasser wiegenden Körpers zu Grunde liegt, wurde nicht erst jetzt, sondern wurde schon vor Erfindung des Luftballons erkannt.

Denn wenn von dem vom Jahre 1694 datirenden Berichte des Missionars Vassou, nach welchem in 1306 ein Ballon in Peking aufgestiegen sein soll gesehen, und wenn daher den Bewohnern des himmlischen Reichs das Prioritätsrecht in gleicher Weise, wie zu Gunsten Berthold Schwarz' bezüglich der Erfindung des Schießpulvers, vorenthalten wird, so würde die Erfindung des Ballons erst auf das Jahr 1709 zu verlegen sein, sofern die Erzählung von dem Aufsteigen des Portugiesen Don Guzman in einem mit Feuerluft gefüllten Papierballon glaubhaft erscheint und sie ist auf das Jahr 1783 zu verlegen, in welchem Construction der Gebrüder Montgolfier als die erweisbar zuerst existirende und den Ausgangspunkt für die heutigen Formen bildende betrachtet wird; jedenfalls aber hat man vor dieser Zeit jene Idee theoretische Anschauung gehabt.

Dieselbe wurde, ohne daß man die Ursache selbst kannte, offenbar an die Entdeckung des Luftdrucks und der Ursache desselben geknüpft, und nach unsern Darlegungen diese Entdeckung den Ausgangspunkt für die Erfindung der Dampfmaschine bildet. Denn nachdem 1630 die Entdeckung der Schwere der Luft von Torricelli und 1648 die Erfindung der Luftpumpe von Otto von Guericke gemacht war, treffen wir schon 1670 auf einen diesbezüglichen Vorschlag Lana's, welcher mit Segeln ausgerüstete Ballons von dünnem Kupferblech herstellen und dieselben luftleer pumpen wollte. Auch verfolgte Sturm in Altdorf bei Nürnberg 1678 diese Idee, nachdem der Entdeckung des Wasserstoffgases von Cavendish 1766 sprach Professor Black in Edinburg zuerst des geringen specifischen Gewichts dieses Gases Theorie vom Aufsteigen eines mit demselben gefüllten leichten Behälters klar aus und fand 1782 in Volpistein, Lichtenberg und Cavallo Experimentatoren, welche an mit Wasserstoff-gefüllten Seifenblasen die Idee bestätigten.

Es ist daher höchst wunderbar, daß, trotzdem die wissenschaftlicherseits so nahe vor der Realisirung Erfindung stand, dieselbe doch um diese Zeit auf empirischem Wege gemacht wurde.

Die Idee Lana's und Sturm's ist allerdings nicht werthlos. Ein Behälter, welcher durch Luftleermachen leichter als die Luft gemacht werden soll, muß den Widerstandleistens gegen den äußern Luftdruck Wandungen erhalten, daß sein Gewicht das gleiche Maß weit überschreiten würde. Aber seitdem bei gleicher Pressung vierzehnmal weniger als wiegende Wasserstoffgas entdeckt war, hätte man auf die Idee der Verwendung eines papierartigen leichten Stoffs, statt der zu diesem Zwecke benutzten Seifenblase kommen können.

a. Montgolfièren, Charlièren.

Nichtsdestoweniger dachten die Papierfabrikanten Montgolfier, obgleich nicht etwa unwissende Praktiker, sondern schon durch ihre Erfindung des hydraulischen Widders rühmlichst als denkende Köpfe bekannt, keineswegs an specifisches Gewicht, Auftriebskraft

ung von specifisch leichten Gasarten u. dgl., son-
erhielten die glückliche Inspiration zu ihrer Er-
ng notorisch lediglich aus der Betrachtung der
igenden und dahinziehenden Wolken. Könnte
eine solche Wolke in eine leichte Hülle einschließen,
irde sie diese Hülle durch die Lüfte tragen; diese
ßfolge war das Resultat einer offenbar richtigen
ischen Anschauung. Und da der Rauch, so folgerten
rfinder ohne Zweifel weiter, ebenfalls wie die
auffsteigt und sich bewegt, so braucht man nur
einem leichten, aus Papier oder Leinwand her-
ten Ballon ein Feuer zu entzünden und den Rauch
selben einströmen zu lassen, um ihn zum Aufsteigen
ingen.

s Papier, dessen Anwendung den beiden Papier-
anten nahe lag, erwies sich als zu zerreißbar,
einwand als zu wenig dicht. Sie stellten daher
Ballon von Leinwand her und fütterten denselben
apier aus. Mit Rauch gefüllt stieg dieser Ballon,
r in Fig. 1 abgebildet ist, bis zu staunenswerther
in die Luft. Der Tag dieses ersten gelungenen
chs war der 4. Juni 1783.

von am 28. August desselben Jahres, also nicht
drei Monate später, erfolgte die Aufsteigung des
Angabe des Professor Charles gefertigten und
Wasserstoffgas gefüllten Ballons.

Wissenschaft hatte sich des Problems ange-
en, oder, besser gesagt, sie war durch die Mont-
s auf den schon längst gesuchten, aber noch
gefundenen richtigen Weg geführt.

tte man wissenschaftlicherseits Zweifel in die Mög-
t der Herstellung einer genügend festen, genügend
n und genügend dichten Hülle gesetzt, wenn man
e Anwendung des Wasserstoffgases dachte, so
an nun eine diesbezügliche Construction vor sich,
ürchtete man noch die Entzündlichkeit des in
Massen zu entwickelnden Wasserstoffgases, so
man durch die fieberhaft erregte Theilnahme
urch das Drängen des gesammten Publikums er-
t, den Versuch zu wagen, und durch die herzu-
den Geldmittel in die Lage gebracht, ihn zur
rung zu bringen. Das Wagniß erscheint mög-
eise zwar gering, wenn wir Hunderte von jenen
, rothen, ebenfalls mit Wasserstoffgas gefüllten
s als Kinderspielzeug heute umhertragen und
tlich in die Luft fliegen sehen. Wir erfahren
uch die Durchlässigkeit des Gummis, aus welchem
gestellt sind und welcher sie in wenigen Tagen
lich macht und können daher einen Schluß auf
wierigkeit der Herstellung eines dichthaltenden
nösen Ballons ziehen.

ist rücksichtlich der Stellung der Empirie und
ssenschaft zum Erfinden höchst beachtenswerth,
e Montgolfiers nach ihrem ersten glücklichen,
ein empirisch gefaßten Gedanken, die thörichtsten
bezüglich der Vervollkommnung ihrer Erfindung

Daß nicht der eigentlich specifisch schwerere
sondern die durch die Hitze des Rauchs aus-
e und hierdurch sammt dem Rauch leichter ge-
Luft es war, welche das Aufsteigen des Ballons
, erkannten sie keineswegs, trotzdem sie von
sikern wiederholt darauf aufmerksam gemacht
sbezüglich belehrt wurden. Indem sie vielmehr
doch erfolglos, den entwickelten Wasserdampf,
einlich um die Wolke nachzuahmen, versuchten,
sie die im Rauche vermeinte Elektricität für be-
einflußreich und forschten daher nach unendlich
onderbaren Zusammensetzungen von ungereim-
stoffen, um mittels deren Verbrennung hervor-
elektrischen Rauch zu entwickeln.

Mittlerweile schritt die Wissenschaft auf ihrem correc-
tern Wege weiter fort.

Während die Montgolfiers neben ihren Bestrebungen nach Verbesserungen eine ganze Reihe von ihren mit Rauch oder warmer Luft gefüllten und Montgolfièren genannten Ballons im Laufe der ersten Jahre nach der Erfindung unter der enthusiastischsten Theilnahme der Franzosen und der ganzen Welt vor den Augen des Königs und des Hofs bei Kanonendonner und Festgepränge auffsteigen ließen, waren Charles und die Mechaniker Gebrüder Robert bemüht, durch Anwendung von mit Gummilösung getränktem Taffet eine dichtere und doch genügend leichte Hülle, sowie durch Ueberspannung des Ballons mit einem Netzwerk aus Schnüren eine festere Construction zum Aufhängen einer Gondel zu Stande zu bringen, und stellten ebenfalls im Laufe der ersten Jahre eine ganze Reihe von solchen Ballons her, die, mit Wasserstoffgas gefüllt und Charlièren genannt, zum mächtigst bewegten Interesse des Publikums ihre Luftflüge machten.

Dieses Interesse entsprang gleichmäßig aus den phantastischsten Träumereien und sanguinischsten Hoffnungen, welche sich an die nahe bevorstehende Zukunft der Luftschiffahrt knüpften, als auch aus den ernsten Erwägungen und ruhigern Erwartungen, welche durch die Aussicht auf das Ausbeuten des Luftballons zu wissenschaftlichen Zwecken und zu strategischen und sonstigen praktischen Verwendungen rege gemacht wurden.

Ob, wie wol behauptet wird, eine französische Charaktereigenthümlichkeit dazu gehörte, für die Inspiration zur Erfindung des Ballons empfänglich zu sein, möchte wol zweifelhaft erscheinen. Vielleicht aber würde das Wagniß, dem zerreißbaren und thatsächlich oft zerreißenden, luftigen Seidenstoffgebilde bis in schwindelnde Höhen hinauf sich anzuvertrauen, zu jener Zeit in einem andern Lande als in Frankreich nicht sobald bestanden worden sein. Die Spanier und die Portugiesen haben es auf ihren Entdeckungsreisen an Kühnheit, Verwegenheit und Abenteuerlichkeit nicht fehlen lassen, die Holländer und Engländer sind bei der Eroberung ihrer Colonien nicht weniger entschlossen, muthig und tollkühn gewesen; aber damals, nur wenige Jahre vor dem Ausbruch der großen Revolution, gärte es gerade ganz besonders in den Franzosen, und Eitelkeit, Ehrgeiz, Sucht zum Carrièremachen, zum Auffallen, zur Abenteuerei, spannten jede Fiber an und drängten alle Bedenken und Befürchtungen zurück.

Nachdem daher schon drei Monate nach Auffsteigung der ersten Montgolfière der Versuch mit Anhängung eines eine Ente, einen Hahn und ein Schaf enthaltenden Weidenkäfigs gemacht war, entschlossen sich trotz des Einspruchs des Königs, welcher zunächst nur einem Paar verurtheilten Verbrechern die Erlaubniß ertheilen wollte, Pilâtre de Rozière und der Marquis d'Arlande eine mit Gondel versehene Montgolfière zu besteigen (Fig. 2) und unternahmen nach mehrern, mit Hülfe von verankerten Tauen in geringen Höhen gemachten Vorversuchen am 21. October 1783 die erste Luftfahrt.

Wie sehr Pilâtre de Rozière dem Anreize der Eitelkeit oder des Ehrgeizes und wie wenig er dem wahren, in der Ueberzeugung und in der Erkenntniß wurzelnden Muthe folgte, beweist seine kurz hierauf zur Ausführung gelangende, unverständige und unglückliche Idee, behufs Steigerung des Effects eine Montgolfière mit einer Charlière zu combiniren und die Feuerpfanne, welche nach den ersten Versuchen unter den Montgolfièren, anstatt dieselben nur einmal mit heißem Rauche zu füllen, angebracht wurde, nicht von deren Einwirkung auch auf die mit so leicht entzünd-

lichem und leicht ausdehnsamem Stoff gefüllte Charlière abzuhalten.

Trotz der ernstlichsten und wohlgemeintesten Warnungen seitens der Theoretiker, trat er mit seiner gefährlichen Constructionsart die Reise von Calais nach Dover an, ohne jedoch weit von der Küste fortzukommen, und fand dann, von einer Windströmung wieder landeinwärts zurückgetrieben, als erstes Opfer der Luftschiffahrt am 13. Juni 1785 seinen Tod durch das Platzen der durch die Erhitzung offenbar zu stark angespannten Charlière.

Indessen war an dem Orte dieses Unglücksfalls schon am 7. Januar 1785 die erste Luftreise glücklich beendet worden. Der vielgenannte Aëronaut Blanchard, der sich schon vor Montgolfier mit diesbezüglichen Bestrebungen, jedoch erfolglos, befaßt hatte, war sofort nach der vollendeten Thatsache der Erfindung bemüht gewesen, den Ballon reisemäßig herzustellen und, da er zu diesem nützlichern Zwecke in Frankreich die genügende Unterstützung nicht fand, nach England gegangen, wo er es dahin brachte, im Vereine mit dem Amerikaner Dr. Jefferys am bezeichneten Datum von den Kreidefelsen Dovers nach Calais überzusetzen. Ob der zu dieser ersten Luftreise verwendete Ballon genau die in Fig. 3 abgebildete, von Blanchard zu seiner am 2. März 1784 in Paris unternommenen Luftfahrt oder Ascension benutzte Construction oder eine andere Bauart hatte, vermag ich mit Sicherheit nicht festzustellen. Es sind an demselben sowol ein Fallschirm als Steuerruder zu erkennen, welche Blanchard für sehr wichtig hielt. Das die Gondel tragende Netzwerk wurde jedoch schon von Professor Charles bei dessen erstem Ballon angewendet.

Obgleich die Luftfahrten oder Ascensionen in unzählbarer Menge Schlag auf Schlag nacheinander folgten, jedoch mehr den Charakter von Athleten- oder Kunstreiterstücken an sich trugen, auch wirkliche Luftreisen, d. h. Luftfahrten nach bestimmten entferntern Orten, nämlich von Dover nach Calais und umgekehrt, unternommen wurden, so blieb doch eine höhere nützliche Anwendung des Aërostaten noch immer im Stadium des Projects, bis 1794 im Kriege der französischen Republik gegen Belgien die erste Benutzung des Ballons zu Kriegszwecken erfolgte. Von den beiden besonders zu diesem Zwecke organisirten Compagnien, den „aérostiers", wurde in der durch Fig. 4 veranschaulichten Weise der Recognoscirungsdienst in der Schlacht von Fleurus, jedoch ohne wichtigen Erfolg, gethan.

Eine Anwendung zu ernstern wissenschaftlichen Zwecken wurde dagegen erst 1803 auf deutschem Boden zur Ausführung gebracht, wo Robertson und Lhoëst am 18. Juli in Hamburg aufstiegen und nach einem 5½-stündigen Aufenthalte in den höhern Regionen wieder bei Hannover auf den Erdboden zurückkehrten, bereichert mit etlichen Beobachtungen betreffs der Reibungselektricität, des Galvanismus, des Schalls, des Siedepunktes, der Sonnenwärme und einiger optischer und physiologischer Erscheinungen.

Bei dieser ersten Fahrt wurde der in Fig. 4 abgebildete und in der Schlacht von Fleurus thätig gewesene Ballon verwendet, welchen Robertson käuflich in seinen Besitz gebracht hatte.

Es wurde darauf hingewiesen, wie den Gebrüdern Montgolfier das Verdienst gebühre, die Erfinder der Hülle zu sein, welche durch Angefülltwerden mit heißem Rauche, erhitzter Luft oder specifisch leichtem Gase geeignet ist, den Luftballon, den Aërostaten, zu bilden. Schon dieses Verdienst allein ist keineswegs zu unterschätzen. Denn es handelt sich dabei nicht etwa nur um geringfügige Spielerei, sondern die Erfindung würde nicht zu Stande gekommen sein, wenn die Erkenntniß dabei Raum gewonnen hätte, daß solcher Ballon einen beträchtlichen Durchmesser müsse, und wenn nicht die praktischen Schwierigkeiten, welche sich der Herstellung einer genügend dichten festen Hülle von so enormen Dimensionen entgegenstellen, erfolgreich besiegt worden wären. In der hatte die erste Montgolfière einen Durchmesser über 12 Mt., also von etwa sieben Metern und ein Gewicht von 215 Kilogr.

Es ist auch die Idee oder Inspiration, zur des aëronautischen Problems den Zug der oder das Aufsteigen des Rauchs zu verwerthen wiß genial zu nennen.

Aber freilich mußten bei den verbesserten tionen die Montgolfièren gänzlich wieder aufgegeben werden, und fanden später, sowie übrigens heutzutage höchstens Verwendung zu Spiel- Belustigungen, während die Charlièren die form für die zu Luftreisen und ernstern Zwecken wendeten vollkommenern Constructionen bildeten. hatte Charles in Verbindung mit dem Praktiker den Ballon mit den Accessorien ausgestattet, zu einer sicherern Luftfahrt und Luftreise erforderlich sind. Er hatte das die Gondel Netzwerk angebracht, eine behufs Abmin explosionsgefährlichen innern Gasdrucks Niederlassens des Ballons zum Auflassen geeignete Sicherheitsklappe angeordnet, welche Ende, im Scheitel, angebracht, durch Federn schlossen und mittels eines durch den Ballon Seils nach Bedürfniß geöffnet wird; er Taffetstoff durch Ueberziehen mit Gummilack dichtet, einen Anker, ein Höhenmeßinstrument bracht und den Ballast zum Zwecke des werdenden Höhersteigens durch partielles desselben verwendet. Auf dieses letztere er, nebenbei bemerkt, durch die praktische geführt worden, welche ihm bei seiner ersten die Erscheinung brachte, daß der Ballon, Aussteigen seines Mitreisenden Robert 65 Kilogr. erleichtert, mit ihm blitzschnell 3000 Mt. wieder in die Höhe schnellte.

Das Wasserstoffgas, durch dessen Anwendung genügend massige Bereitung Charles sich hatte, wurde jedoch von dem weit billigern auch nicht in gleich günstigem Grade geeignete gase mehr und mehr in dem Maße verdrängt städtischen Gaswerke sich verbreiteten.

Das 7—8 mal so große specifische Gewicht Leuchtgases wurde paralysirt durch Herstellung größerer, voluminöserer Ballons. Die desselben geschah zuerst von den Engländern auf der Bildfläche des historischen Gemäldes nautik vorzugsweise mit den Namen Cornel Green und dessen Sohn George Green deren Ascensionen und Luftreisen kaum zu

Der Ballon, dessen sich Green, der Vater, am 7. November 1836 ausgeführten Reise nach Weilburg im Nassauischen, unter einer Strecke von 90 deutschen Meilen in bediente, wird durch Fig. 5 dargestellt.

An demselben ist linksseitig ein Fallschirm kennen, und von letzterm, bekannten und Professor Lenormand 1783 erfundenen und Rettungsapparate in Fig. 9 und 10 eine Abbildung gegeben, nämlich in Fig. 9 im unwirksamen, in Fig. 10 im geöffneten, angedeutetem Zerrissensein des Ballons wirksamen Zustande.

Die sehr großen Aërostaten von Green und Coxwell, denen der zu einer 1851 in Leipzig stattgefundenen ension des letztern verwendete Ballon eine Höhe von Meter und einen Rauminhalt von 1000 Kubikmt. e, wurden jedoch von dem im October 1863 in is von Nadar aufgelassenen Ballon noch weit über- en. Derselbe, „Le Géant" getauft, hatte einen mal so großen Rauminhalt als jener, faßte nämlich 0 Kubikmt. Gas, und trug eine aus spanischem Rohr estellte, aus zwei Etagen bestehende, und, außer ikalischen Instrumenten, photographischen Apparaten Nahrungsmitteln, auch Betten, Toilettentische u. dgl. altende Gondel. Die unglückliche Katastrophe der ig. 6 abgebildeten und in der Gegend von Nien- im Hannoverschen stattgehabten Landung dieses 9 Personen bemannten Ballons ging damals durch Zeitungen.

ie Luftfahrer, zu denen außer Nadar und dessen auch der als Aëronaut bekannte Godard als ermann oder Kapitän gehörte, vermochten dem nicht genügende Ausströmung zu verschaffen; der on sank daher nur so weit, daß die schwere Gondel der Erde schleifte, und wurde von einem heftig nden Winde über Stock und Stein getrieben, bis nter Beschädigung von Gebäuden und unter Zer- ng der Eisenbahndämme, sowie Zerreißung der raphendrähte, in einem Walde bei Rethem hängen Der „Géant" hat dann 1867 noch drei Auffahrten cht.

ibrend in Fig. 7 eine noch weit schlimmere Ka- ohe, als die den „Riesen" betroffene, dargestellt ämlich das Zerplatzen des durch das Ankertau altenen und bei geschlossenem Ventile vom Sturm- heftigst ergriffenen „Neptun", so zeigt Fig. 15 Befüllt werden eines zur Abfahrt vorbereiteten is auf der Gasanstalt selbst. Inmitten der Gasometer dieser Gasanstalt zu Paris erscheint reits völlig gefüllte Ballon, noch festgehalten an Netzwerke mittels etlicher auf der Erde liegen- andsäcke. Die Taue werden nach einiger Zeit tztern befreit und mit der Gondel vereinigt , während der Ballon durch drei oder vier r angespannte und von Arbeitern ergriffene ewahrt wird, von Windströmungen seitlich ab- zu werden.

b. Gefesselte Ballons.

bei anzutretenden Luftreisen des Curses sicher welchen der Ballon nehmen sollte, schickte man Ballons voraus, und wartete ab, bis dieselben ünschte Richtung einschlugen. Vielfach ist jedoch n Aëronauten der Versuch gewagt worden, eine gion anzutreffen, in welcher eine erwünschte htung die erforderliche horizontale Triebkraft n möchte, indem die Ansicht gehegt wurde, daß ene Höhenschichten, gemäß einer im allgemeinen s angestellten zutreffenden Beobachtung, nach schiedensten Richtungen in Bewegung seien. olg derartiger Versuche ist nicht sehr günstig

ließ sich bei bloßen Ascensionen nicht mit it der Ort der Niederfahrt, der Landungs- orher bestimmen, und noch weniger vermochte bewirken, daß der Ballon an einem bestimm- der Atmosphäre in der Schwebe verharrte, Anstellung von wissenschaftlichen Beobach- ehr erwünscht gewesen sein würde. Endlich z zur Niederfahrt das kostspielige Gas zum en gebracht werden, während eine Aufbe- desselben vortheilhaft sein würde. Alles dieses hat man jedoch neuerdings durch „Fesselung" des Aërostaten zu erreichen vermocht.

Ein gefesselter, d. h. ein festgehaltener Ballon ist eigentlich schon der zu militärischen Zwecken angewendete und in Fig. 4 dargestellte. Allein es handelt sich hier um solche Ballons, welche mittels eines durch Maschinenkraft zu bewegenden Taues festgehalten und niedergezogen werden.

Ein solcher Ballon muß außer sich selbst und den Insassen seiner Gondel auch noch das Gewicht des langen, bis auf die Erde herabhängenden Taues tragen. Seine Tragkraft muß daher unter sonst gleichen Umständen beträchtlicher als die eines freien Aërostaten sein. Er wird mithin voluminöser hergestellt oder mit leichterm Gase, d. h. mit Wasserstoff- anstatt mit Leuchtgas gefüllt werden müssen.

Der in London 1869 ausgeführte und in Fig. 11 abgebildete „Gefangene" wurde durch Combination beider der letztgenannten Mittel zu einem Riesen gemacht, der eine omnibusartige Gondel trug. Sein Durchmesser hatte das ansehnliche Maß von 37 Mt. oder über 20 Menschengrößen, und sein Rauminhalt betrug nicht weniger als 12000 Kubikmt., d. h. noch einmal soviel als derjenige des „Géant", und 2,4 mal soviel als der auf der pariser Ausstellung 1867 ausgeführte.

Da die Füllung mit Leuchtgas, noch mehr aber die mit Wasserstoffgas äußerst theuer ist, so stellte sich der Verfertiger Giffard die Aufgabe, eine besonders dichte Hülle herzustellen und wendete mit günstigem Erfolge zwei Lagen Leinwand, eine Lage Musselin, dazwischen Lagen von Kautschuk und darüber sieben Schichten von Gummi und Oelfirnis an. Hierdurch wuchs allerdings das Gewicht der Hülle allein auf 2800 Kilogr. Jedoch die Dichtheit war so vollständig, daß wochenlang kein Gas nachgefüllt zu werden brauchte.

Der Ballon war in einer gezimmerten und mit Leinwand überspannten Arena von 175 Mt. Durchmesser angebracht und an einem 650 Mt. langen Kabel befestigt, welches über eine unterirdisch angebrachte Leitrolle bis auf die Trommel einer Dampfwinde geführt war. Dieses Kabel wickelte der Ballon bei der Auffahrt selbst ab und wurde von demselben wieder niedergezogen, ohne daß eine sonst zum Niedergange erforderliche partielle Entleerung von dem kostspieligen Gase stattzufinden hatte.

Das Unternehmen ist ein finanziell verfehltes gewesen, namentlich da schon nach einigen Wochen der Inbetriebnahme ein heftiger Sturm und die Unvorsichtigkeit des Maschinenführers das Zerreißen des Kabels, das Davonfliegen des „Gefangenen" und das Einfangen und Wiederinstandsetzen desselben verursachte.

Noch unglücklicher verlief ein ähnliches Unternehmen auf der letzten wiener Weltausstellung.

Ein „gefesselter" Ballon verhält sich übrigens gegenüber den Windströmungen völlig verschieden von einem freien. Während letzterer den Stößen und Pressungen des Sturms nachgibt und dieselben für den Luftfahrer gar nicht und keineswegs wie für einen auf der Erde Gehenden bemerkbar macht, so läßt der gefesselte Aërostat jeden Windstoß unangenehmst empfinden, und kommt sogar, wenn er nicht schleunigst mittels des Kabels niedergeholt wird, in die durch Fig. 7 dargestellte und bereits beschriebene kritische Situation.

c. Lenk- oder steuerbare Ballons.

Das Problem der Lenkung oder Steuerung der Aërostaten ist vom ersten Tage ihrer Erfindung an, oder doch bald darauf, mit sehr viel Vertrauen auf den Erfolg in Angriff genommen worden. Segel und Ruder wurden zuerst versucht. Auch der Ballon von

Blanchard (Fig. 3) hat solche aufzuweisen. Allein beide erwiesen sich als nutzlos und zwar sehr natürlich, da dieselben nur um so mehr Angriffspunkte dem Winde darbieten, welcher den Ballon mit sich fortnimmt, anstatt daß er damit zu bekämpfen wäre. Mit einem Fluß- oder Seeschiffe läßt sich mittels der Segel gegen die Richtung des Windes ankommen, indem vermöge des Steuers und des Widerstandes im Wasser das Laviren bewirkt werden kann.

In ähnlicher Weise könnte bei der Luftschiffahrt durch Hinzunahme eines außerhalb der Luft gelegenen Widerstandes eine Art von Steuerung erlangt werden. Ein diesbezügliches Project von dem Anonymus Aëronaut, ist beispielsweise in Fig. 8 veranschaulicht. Der mit Segeln ausgerüstete Ballon erscheint hier an einem im Meere schwimmenden Steuer befestigt. Er erhält so viel Auftrieb, daß er bei Windstille die Zugtaue vertical anspannt, ohne ein namhaftes Heben des Steuers zu bewirken. Der entstehende Wind wird ihn unter Beihülfe des Segels forttreiben. Wird das Steuer mittels der Zugtaue parallel zur Windrichtung gestellt, so wird er unter Ueberwindung eines geringen hydraulischen Widerstandes genau in der Richtung des Windes fortgetrieben werden. Wird dasselbe normal (quer) zur Windrichtung eingestellt, so wird der Ballon ebenfalls in der Windrichtung, jedoch unter Ueberwindung eines bedeutendern hydraulischen Widerstandes und demnach langsamer fortbewegt werden. Stellt man aber das Steuer schräg zur Windrichtung ein, so schlägt der Ballon einen von der Windrichtung abweichenden Weg ein, er wird also bis zu gewissem Grade gesteuert. Wegen des hydraulischen Widerstandes erhält jedoch der Ballon einen Winddruck, welcher leicht die schon beim gefesselten Aërostaten erwähnte und in Fig. 7 dargestellte Katastrophe herbeiführen kann.

Uebrigens ist eine Art von Lenkung, d. h. die Herbeiführung einer andern als der nach der Windrichtung verlaufenden Bewegung auch ohne äußerlichen Widerstand durch den Luftwiderstand selbst bewirkbar, nämlich vermittels einer besondern Formgebung des Ballons. Eine solche Form ist die in Fig. 12 und 13 ersichtliche, die „Fischform" oder „Cigarrenform" genannt.

Wird mit dieser Form ein Trapez vereinigt, derartig, daß von den Enden des Ballons verticale Taue herniederhängen und parallel zur Längsaxe durch eine Stange verbunden sind, wird ferner an diese Stange die schwere Gondel gehängt und auf derselben hin- und herverschiebbar gemacht, so läßt sich beim Aufsteigen in windstiller Luft eine andere als die verticale Richtung vermöge Verschiebung der Gondel und vermöge hierdurch bewirkten Schrägstellens der Ballonaxe einschlagen, indem Auftriebskraft und Luftwiderstand zu einer anders als vertical gerichteten Resultante sich zusammensetzen; ähnlich bei Windströmungen.

Wird diese Bewegung mit einem abwechselnden Aufsteigen und Niedersinken combinirt, so ist ein horizontales Fortkommen auch bei Windstille und gegen den Wind möglich; dasselbe wird in einer in verticaler Ebene gelegenen zickzackförmigen Bahn erfolgen.

Das abwechselnde Aufsteigen und Niedersinken wird auf zweierlei Weise bewirkt. Einmal durch Auswerfen von Ballast und Auslassen von Gas; ferner aber auch durch Anwendung einer „Schwimmblase", d. h. eines im Ballon enthaltenen zweiten Ballons, welcher mit Luft zu füllen oder davon zu entleeren ist.

Der Vorschlag und Versuch zur Anwendung einer Schwimmblase wurde schon kurz nach Erfindung der Ballons von Meunier gemacht. Die Wirkungsweise besteht darin, daß die im Innern des mit Gas gefüllten Ballons enthaltene Schwimmblase oder Tasche mit solcher Luft gefüllt ist, welche in höhern Regionen ein größeres specifisches Gewicht hat, als die dort befindliche Luft hat, und demnach mittels theilweisen Auslassens dem Aërostaten ein relativ geringeres Gewicht, mithin eine beträchtlichere Steighöhe ertheilen läßt.

Weit wirksamer, als eine Schwimmblase, ist ein von der von Joulie vorgeschlagene Gaskessel, welcher in der Gondel befestigt, mittels einer Pumpe und eines Schlauchs mit dem Ballon communicirt und Füllungsstoff des Ballons theilweise im comprimirten Zustande in sich birgt oder ihn dem Ballon wieder liefert. Ersternfalls wird die Steigkraft gegebenenfalls bedeutender sein; das abwechselnde Comprimiren und Dilatiren wird ein Sinken und Steigen bewirken lassen, ohne daß Gas zum Entweichen gebracht oder daß Ballast angewendet wird.

Das Steuer ist nur für den Fall des Vorhandenseins eines von motorischer Kraft bewegten Propellerapparates zur Wirksamkeit zu bringen, und der Propellerapparat wirkt am vortheilhaftesten, je weniger Widerstandsfläche er dem der Bewegung entgegenwehenden Winde preisgibt. Seine zweckmäßigste Gesammtform fällt daher mit derjenigen einer Schraubenaxe eines Propellers, zusammen und hat trotz ihrer geringen Oberfläche die erforderliche Triebkraft bei entsprechend große Drehgeschwindigkeit an sich.

Von dieser Erkenntniß ausgehend, haben denn auch findet der Neuzeit bei den lenkbaren Luftschiffen Schraubenräder angewendet, wie dieselben in Fig. 12 und 13 zwischen Ballon und Gondel angebracht erscheinen. Es ist aber auch die Cigarrenform bei diesen lenkbaren Ballons keineswegs weil der Auftrieb oder die Steigkraft bei gleichen Umständen nicht von der Form, sondern von dem Volumen abhängt, der zu überwindende Widerstand jedoch um so kleiner ausfällt, je kleiner der demselben in der Bewegungsrichtung gebotene Querschnitt des Ballons ist.

Nachdem Giffard schon 1852 Versuche mit derartigen Bauart angestellt, sich aber hauptsächlich vorwiegender auf die Herstellung von gefesselten Ballons verlegt hatte, trat Rufus Porter in Scientific American zunächst mit einem zur Zufriedenheit wirkenden Modell und hierauf mit einem durch Fig. 12 dargestellten Riesenschiff hervor, dessen Ballon eine Länge von nahe 50 Mt. und einen größten Durchmesser von circa 5 Mt. hatte, und dessen Gondel bei einer von 18 Mt. Länge und $2^1/_2$ Mt. Breite und Höhe bildete, sowie mit einer zweicylinderigen Dampfmaschine von 4 Pferdestärken ausgerüstet war. Der anstellenden Probefahrt ergab sich jedoch, daß der zur Herstellung der Ballonhülle verwendete Kautschuk oder der zur Dichtung benutzten Firnis zerfressen werde und das eingefüllte Wasserstoffgas entweichen lasse.

Später hat auch Mariott in Calisornien ein derartiges Luftschiff hergestellt und vor kurzem der „Dampf-Luftschiffahrts-Gesellschaft" in Friedenstellende Versuche am 2. Juli 1863 ausgeführt, ohne jedoch die alsdann in Aussicht gestellte Erbauung eines größern Schiffs bis jetzt zu Stande gebracht zu haben.

Ein weiterer Versuch wurde auf Grund der jüngsten pariser Belagerung rege gewordenen nautischen Bestrebungen von Dupuy de Lome unternommen, welcher das in Fig. 13 abgebildete Project entwarf. Nach diesem Project soll das Schiff von 3500 Kubikmt. Ballonraum

demselben am 2. Februar 1872 eine gelungene befahrt nach dem Fort Vincennes unternommen . Der Ballon war mit Wasserstoffgas gefüllt, die Gondel trug 14 Personen.

luch in Brünn soll 1873 mit einer ähnlichen Con- tionsform, welche sich Hänlein 1865 hatte pa- iren lassen, eine als zufriedenstellend bezeichnete befahrt unternommen sein. Dieses Hänlein'sche iff hatte ebenfalls eine Schwimmblase oder Luft- e, welche jedoch vorwaltend den Zweck erfüllte, Ballon auch bei Entnahme von Gas straff zu er- en. Eine solche Entnahme von Gas fand aber ipiell ununterbrochen statt, weil die Betriebs- chine der Schraube, der hauptsächlichste Gegenstand Patents, eine Gaskraftmaschine nach der in Fig. 2 Taf. 31 dargestellten Lenoir'schen Construction, je- in völlig anderer Bauart war, nämlich aus vier indern bestand und behufs Erzielung möglichster htigkeit vielfach hohle Maschinenorgane hatte. Die ch den zum Maschinenbetriebe verwendeten Gas- luft des Ballons entstehende Verminderung an Steig- t sollte im wesentlichen durch die Verdunstung des Kühlen der Maschinencylinder benutzten Wassers im übrigen durch Auswerfen von Ballast aus- lichen werden.

Neue Experimente sollen vorbereitet werden, ebenso andererseits an der Herstellung eines derartigen, ch mit calorischer Maschine ausgerüsteten Luftschiffs n Vernehmen nach in Wien gearbeitet wird.

Alle die nach dieser Richtung hin angestellten Ver- he haben die Ueberzeugung beigebracht, daß die bei wendung von motorischen Vorrichtungen benutzten euerruder bei Windstille eine völlig genügende Lenkung Luftschiffs bewirken lassen, sodaß eine Bewegung h jeder gewünschten Richtung erzielt zu werden ver- g. Auch will man in ruhiger Luft und bei mäßigem nde befriedigend rasch fortgekommen sein. Allein chtliche Luftströmungen erwiesen sich noch als un- rwindlich und ebenso ließ die Tragkraft sehr viel wünschen übrig. Dieselbe wurde zum größten Theil chwächt durch das Gewicht des Motors. Die Lösung Problems der Construction eines Motors, welcher erforderliche Betriebskraft äußert und doch be- tend leichter ist, als die jetzt existirenden es sind, rt daher die Frage der praktisch verwendbaren Lenk- keit der Luftschiffe ihrer Lösung bedeutend näher. besonders leichtes Material ist Aluminium, jedoch en zu geringer Festigkeit erfolglos versucht worden. Der erwähnte Hänlein hält die Gaskraftmaschine den in dieser Beziehung am meisten qualificirten tor, und die Anwendung von durchweg hohlen Be- dtheilen zum Bau dieser Maschine, wodurch nicht a nur dem Skelet der Vögel mit dessen hohlen chen nachgeahmt, sondern ein sehr wahrer Aus- uch der Festigkeitslehre befolgt wird, zur weitern hsamsten Herabminderung des Gewichts in hervor- endem Grade geeignet. Auch beträgt der Gas- brauch für die Pferdestärke stündlich nur 2 Kubikmt., aß der Füllungsgehalt von etwa 4000 Kubikmt. t sobald wesentlich vermindert werden würde. In That möchte sich eine calorische Maschine von cher Leistungsfähigkeit nicht so gewichtslos, als eine smaschine, herstellen lassen und bei einer Dampf- schine muß ein schwerer, gefüllter Kessel mitgeschleppt den. Jedoch ist, später berichtetermaßen, nach dieser htung schon Erstaunliches geleistet worden.

2. Flug- oder Fliegmaschinen.

Schon vor Erfindung der Luftballons und noch figer nach derselben ist das Problem des Auf- steigens in die Luft und der Fortbewegung in diesem Elemente mittels einer Flugmaschine versucht worden. Jedoch erst neuerdings wurden statt der thörichten Projecte dieser Art ernstere und auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhende Unternehmungen ins Leben gerufen, ja es ist sogar dahin gekommen, daß einige aëronautische Vereine die Anwendung des Ballons gänzlich fallen gelassen haben und das Heil für die Luftschiffahrt nur in den Fliegmaschinen finden zu können vermeinen.

Nachdem die sanguinischen Hoffnungen, welche bei Erfindung der Aërostaten an deren bahnbrechende Einwirkung auf die Entwickelung der Aëronautik geknüpft wurden, durch das Fehlschlagen der Tausende von unternommenen Versuchen tiefergehend erschüttert sind, hat man sich bei ruhigerer Ueberlegung gesagt, daß die Analogie des Fisches, der im Wasser schwimmt, und des Menschen, der mittels des Ballons in der Luft sich bewegt, nur sehr schlecht paßt und eher entmuthigend, als ermunternd ist.

Die mit Blitzesschnelle selbst gegen die Strömung dahinschießende Forelle, der auf der Lauer auf Beute regungslos in der Schwebe sich erhaltende Hecht und ebenso alle übrigen Fische bewegen sich und leben in einem Medium, mit welchem ihr Körper in fast genauem specifischen Gleichgewicht steht, ohne demselben bei der Bewegung eine nennenswerthe Fläche und demnach eine namhafte Widerstandsursache darzubieten. Ein mit Menschen belasteter Ballon muß dagegen ein so sehr beträchtliches Volumen erhalten, daß der Widerstand desselben in der dem specifischen Gewichte nach 330 mal vom Menschen übertroffenen Luft relativ äußerst enorm wird, weshalb der Ballon wol zum Aufsteigen und Schweben eine Unterstützung darbietet, aber für das Fortbewegen gegen Luftströmungen zu einem äußerst erschwerenden Hemmniß wird, selbst wenn anstatt der Kugel- oder Birnenform die zweckmäßigere Cigarren- oder Fischform in Betracht kommt.

Dagegen fällt die Analogie des fliegenden, d. h. in der ruhigen oder auch strömenden Luft sich bewegenden Menschen mit dem Vogel, dem Insekt, der Fledermaus, ungleich hoffnungserweckender aus.

Die genannten Fliegthiere haben zu dem Medium der Luft ein ziemlich gleich ungünstiges Gewichtsverhältniß, wie der Mensch. Die Natur weist daher auf die Nachahmung jener Thiere hin. Der Bau von deren Körpern, von deren Flügeln, deren Muskeln, wurde daher genauer untersucht; es wurde das Verhältniß zwischen Körpergewicht, Flügelfläche, Flügelschlag, Fluggeschwindigkeit festgestellt.

Nach dieser Richtung hin sind sogar von vielen wissenschaftlichen Corporationen und einzelnen Gelehrten, wie Fresenius, Prechtl, Strauß, Kargl u. s. w., mittels höchst sinnreich und geistvoll erdachter Meßapparate bereits sehr interessante Beobachtungen angestellt worden. Beispielsweise fand Prechtl, daß die in jeder Secunde gemachte Anzahl von Flügelschlägen bei:

dem Sperling	6—9,
der Taube	4—5,
der Saatkrähe	2,—4,
dem Steinadler { schwebend	1,46,
dem Steinadler { fliegend	2—3,

betrage, während die auf 1 wiener Loth (= 17½ Gr.) des Körpergewichts reducirte Flügeloberfläche bei:

dem Sperling	8	wiener Quadratzoll,
dem Thurmfalken	4,78	„ „
der Taube	3,65	„ „
dem Steinadler	3,4	„ „
dem Seeadler	3,15	„ „
dem grauen Geier	2,1	„ „

ausmache. In gleicher Weise theilt Marcy mit, daß die in jeder Secunde ausgeführte Anzahl der Flügelschläge bei der:

Wasserjungfer	28
Wespe	110
Biene	190
Hummel	240
Fliege	330

betrage, während Kargl aus dem mittels des Klaviers bestimmten Ton, welchen das summende Geräusch des Flügelschlags einer Stubenfliege erregte, jene Anzahl zu 156 berechnete, und das Gewicht der beobachteten Fliege zu 44 Milligr., sowie die Länge und Fläche von deren Flügel zu 8 Mmt. und 20 QMmt. feststellte.

Durch Abschätzung hat man ferner gefunden, daß ein sechspfündiger Steinadler beim gewöhnlichen Fluge nicht mehr als $^1/_{60}$ und bei außergewöhnlichen Leistungen $^1/_{30}$ Pferdestärken Betriebskraft ausübe, und hat hieraus gefolgert, daß der Mensch, welcher bei fortgesetzter Arbeit am Hebel $^1/_{15}$ Pferdestärke, an der Kurbel und am Göpel $^1/_8$ und am Tretrad deren $^1/_6$ zu äußern vermag, jedoch sitzend unter alleiniger Aufbietung seiner Muskelkraft ungleich weniger leisten würde, zur Bewegung eines ihn tragenden Fliegapparates 2 Pferdestärken leisten müsse.

Hiernach kann daher eine Flugmaschine keineswegs von dem mit derselben in Verbindung gebrachten Menschen selbst bewegt, sondern nur durch Zuhülfenahme eines Motors betrieben werden.

Dieser Motor darf jedoch im Verhältniß zu seiner Leistung kein beträchtliches Gewicht haben, und ebenso muß der angewendete Flügel- oder sonstige Bewegungsmechanismus möglichst leicht sein.

In gebührender Würdigung dieser unter allen Umständen zu erfüllenden Vorbedingungen, sowie auch in Erkenntniß der Thatsache, daß die Construction der Locomotive mit ihren Treibrädern als Fortbewegungsorganen nicht eine schablonenmäßige Nachahmung des mit Beinen fortkommenden Zugthiers ist, und daß daher auch nicht der Flügel des Vogels nachgeahmt zu werden brauche, sondern statt desselben ein Schraubenpropeller angewendet werden könne, hat die Aëronautical Society of Great Britain zur Förderung der Sache Preisconcurrenzen ausgeschrieben für die leichteste Kraftmaschine und für den leichtesten, jedoch ohne Ballon wirkungsfähigen Flügelapparat oder Propeller.

In der That wurden in Anlaß hiervon an die 80 diesbezügliche Gegenstände theils in Zeichnung, theils in Modell, theils in Ausführungsform eingeliefert und im Jahre 1868 zur öffentlichen Ausstellung gebracht. Eine Dampfmaschine, welche bei 2 Zoll Cylinderdurchmesser und 3 Zoll Hub, mit 7 Atmosphären Spannung bei 300 minutlichen Umdrehungen eine Leistung von 1 Pferdestärke entwickelte und nur 13 Pfund, einschließlich des wasserleeren Kessels, sowie 16 Pfund mit Propeller wog, konnte mit dem Preise gekrönt werden. Dieselbe lieferte zufolge dieser Angaben das günstige Verhältniß von $^1/_8$ Pferdestärken für jedes Kilogramm ihres Gewichts sammt Propeller, während nach Maßgabe der weiter oben angeführten Verhältnisse der Steinadler nur $^1/_{60}$—$^1/_{240}$ und der Mensch nur $^1/_{550}$ Pferdestärken für jedes Kilogramm seines Körpergewichts zu äußern vermag.

Auf jener Ausstellung war ferner das von seinem Erfinder Kaufmann eingelieferte Modell der auf Taf. [illegible] Fig. 14 abgebildeten Flugmaschine vertreten, deren nachfolgend angegebene Dimensionen erhalten seien.

Der kesselartige Hauptkörper, welcher eine Dampfmaschine von 40 nominalen Pferdestärken in sich bergen sollte, war in einer Länge von 3,6 Mt., einer größten Höhe von 1,35 Mt., einer größten Breite von 1,5 Mt. projectirt, während die Flügel, denjenigen der Stubenfliege nachgeahmt, jeder eine Länge von 10,5 Mt. und eine Oberfläche von 22 QMt. erhalten und das Gewicht der gesammten Maschine 3180 Kilogr. betragen sollte.

Mittels der von der Dampfmaschine durch Vermittelung eines in der Abbildung ersichtlichen Hebelmechanismus zu bewegenden Flügel sollte diese Flugmaschine mit einer Geschwindigkeit von stündlich 40 engl. Meilen bei ruhiger Luft in Betrieb genommen werden können und als Zugmaschine (wie eine Locomotive) zur Fortbewegung eines, aus einem Tender- und drei Personen-Luftschiffen bestehenden Trains dienen.

Die einzelnen, den Schwanz bildenden Bestandtheile sollten behufs einer wirksamern Steuerbarkeit in verschiedenen nach verschiedenen Richtungen zu bewegen sein.

Das zusammenschiebbare, in der Abbildung [illegible] seiner ganzen Länge herabhängende Pendel sollte zum Zweck eines Horizontalhaltens der Maschine dienen. Die vier Räder sollten zum Fortfahren der Maschine auf der Erde nach stattgehabter Landung dienen.

Das ausgestellte Modell von nicht ganz 20 Kilogr. Gewicht wurde in Thätigkeit durch einen Dampf von 10 Atmosphären gesetzt, jedoch zu Gunsten ungestörtern Beobachtung bei einer seine Fortbewegung verhindernden Belastung derartig, daß nur die Flügel in Activität gelangten. Dieselben sind nach einer Reihen von Schlägen zerbrochen und haben erkennen lassen, daß ihre Construction verbessert werden müsse. Von dem Erfolg der in diesem Sinne damals beabsichtigten und überhaupt auf das ganze Project sich erstreckenden Bestrebungen ist noch nichts verlautet.

Dagegen wurde von Professor Kargl nachgewiesen, daß die bisherigen zur Ermittelung der Leistungsverhältnisse der Fliegthiere angestellten Rechnungen irrig seien und die Möglichkeit der Lösung des Problems in erheblich zu günstigem Lichte erscheinen lassen, wenn zum Beispiel der obenangeführte Steinadler nicht 6 wiener Pfunden (3,37 Kilogr.) seinen Flug nicht mit $^1/_{60}$—$^1/_{30}$ Pferdestärken bewirken könne, sondern [illegible] allein zum Schweben mindestens $^1/_8$ Pferdestärken zu üben müsse.

Ebenso wurde von demselben rechnungsmäßig festgestellt, daß eine Flugmaschine, welche das dem erwähnten Steinadler zukommende Flügelflächen- und Gewichtsverhältniß erhalte, für jede abzuleistende Pferdestärke nur 9 Kilogr. Gewicht haben dürfe. Da aber allein das Wasser, welches stündlich von der construirten Maschine pro Pferdestärke verbraucht wird, 8 Kilogr. beträgt und für Maschinen, welche zu Gunsten einer möglichsten Gewichtsverminderung gebaut werden, auf mindestens 16—20 Kilogr. geschätzt werden muß, so sind hiernach die Hoffnungen einer Lösung des Problems wiederum auf nebelgraue Fernen hinausgewiesen.

Chemiſche Technik.

Bearbeitet

von

Dr. Friedrich Schoedler
Director der großherzoglich heſſiſchen Realſchule in Mainz

Inhalt.

	Seite
Einleitung	3
Eintheilung der Chemie	5
Das chemische Laboratorium (Tafel 1)	5
Der chemische Apparat (Tafel 2 und 3)	8
1. Heizapparate	9
2. Trockenapparate	10
3. Hülfsapparate	10
4. Destillirapparate	11
5. Analytische Apparate	11
Die Elemente und ihre Verbindungen	14
Aus der unorganischen Chemie (Tafel 3 bis 7)	15
1. Sauerstoff	15
2. Wasserstoff	15
3. Stickstoff	19
4. Schwefel	20
5. Phosphor	23
6. Arsen	[illegible]
7. Kohlenstoff	[illegible]
8. Chlor	[illegible]
Chemische Technologie der Metalle (Tafel 6 und 7)	[illegible]
Chemische Technologie der organischen Verbindungen (Tafel 8 bis 10)	[illegible]
1. Bierbrauerei	[illegible]
2. Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation	[illegible]
3. Essigfabrikation	[illegible]
4. Zuckerfabrikation	[illegible]
A. Rohrzucker	[illegible]
B. Rübenzucker	[illegible]
5. Brotbereitung	[illegible]
6. Brotfabrikation	[illegible]

Einleitung.

ie uns umgebende Körperwelt ist fortwährender vielfacher Veränderung unterworfen. Die Gewässer n Gestein aus dem Gebirg und zertrümmern das , indem sie es abwärts wälzen, zu Geröll und d; das Wasser selbst, indem es beim eintretenden ter mehr und mehr erkaltet, erstarrt endlich zu Eis. Wärme des Frühlings gibt ihm jedoch wieder seine sigkeit, ja sie ist im Stande, das Wasser zu ver ten, es in Dampf zu verwandeln. Doch derartige inderungen an der Körperwelt sind nur äußerliche, esentliche, auf Form und Zusammenhang sich er lende; das Sandkorn bleibt als ein Bruchtheil des eins, Wasser bleibt Wasser, sei es fest, flüssig dampfförmig.

enn wir dagegen unsere Oefen mit Holz oder Kohle n, so wird das Brennmaterial vollständig verzehrt; heint verschwunden aus dem Bereich der Körper.

Der Most schmeckt süß, weil er Zucker enthält; indem er in Gärung geräth, bildet sich Wein und der Zucker verschwindet. Wir nennen die veränderte Flüssigkeit Wein. Aber in gelinder ne dem Luftzutritt ausgesetzt, geht der Wein über sig; an die Stelle des Weingeistes ist Essigsäure en.

s sind tief eingehende oder wesentliche Veränderun welche in den letztgenannten Beispielen die Stoffe n, und es ließen sich unzählige ähnliche Erschei n anführen, deren Gesammtbetrachtung den Gegen eines besondern Zweigs der Naturwissenschaft, hemie, ausmacht. Indem die Chemie dem elspiel der im Bereich der Materie vorgehenden lichen Veränderungen nachforscht, gelangt sie zur niß der Natur der Körper selbst und zu den Ge nach welchen jene Erscheinungen sich vollziehen.

schichtliches. Als bezeichnendes Merkmal des hrhunderts wird der Aufschwung betrachtet, den turwissenschaften in seinem Verlaufe genommen und ganz vorzugsweise gilt dies von der Che Ja sie wird als die jüngste aller Naturwissen n angesehen, als ein Kind der letztvergangenen dessen Ausbildung sich fortsetzt in der Gegenwart.

hen wir nach den Anfängen chemischer Wissen im Alterthume, so richtet sich der Blick zunächst em hochgebildeten Volke der Griechen. Allein d wir bei demselben bereits einer staunens n Entwickelung der Begriffe in den Gebieten der phie, der Politik, des Rechts, der Kunst und begegnen und in der Mathematik sowie in den ten der Mechanik und beobachtenden Astronomie nswerthe Leistungen vorfinden, haben wir kei Andeutung, daß chemische Vorgänge Gegenstand merksamkeit der hervorragenden Geister dieses gewesen sind.

n wir daher bei einem geschichtlichen Ueberblick emie auch bis in das Alterthum zurückgehen, eht dies mehr, um Thatsachen als Ideen aus Gebiete aufzusuchen. Letztere verknüpfen sich erst ich mit den im Verlauf der Zeit gemachten chemischen Beobachtungen und Entdeckungen und erheben sich erst ganz spät zum Rang theoretischer Auffassung. Es lassen sich hiernach fünf verschiedene Epochen oder Zeitalter der Chemie bilden, nämlich:

1) Zeitalter der chemischen Kenntnisse der Alten, bis 300 nach Christus;

2) Zeitalter der Alchemie oder Goldmacherkunst, von 300—1325;

3) Zeitalter der medicinischen Chemie oder Jatrochemie, von 1525—1650;

4) Zeitalter der phlogistischen Chemie, von 1650—1775;

5) Zeitalter der analytischen Chemie von 1775 bis zur Chemie der Gegenwart.

Was den Namen unserer Wissenschaft betrifft, so reicht derselbe zurück um 1400 Jahre. Bei Julius Firmicus Maternus, einem römischen Schriftsteller aus dem Anfange des 4. Jahrhunderts, kommen zuerst die Worte „scientia chimiae", also einer Wissenschaft der Chemie vor, die sich auf Operationen beziehen, die auch heute derselben noch angehören. Spätere, insbesondere griechische Schriftsteller schreiben auch: Chemia, Chemeia, Alchemeia und Arnemeia. Da das erste chemische Werk aus dem 9. Jahrhundert von Geber, einem Araber herrührt, so leitete man gewöhnlich den Namen Alchymie aus dem Arabischen ab, worauf insbesondere die dem arabischen Artikel entsprechende Vorsilbe al hinzuweisen scheint. Allein man begegnet in alten Schriften auch der Schreibart arquemie und archymie, die man aus ars chymiae entstanden vermuthet; durch die auch sonst in den Sprachen häufige Vertauschung von r und l sei dann aus Archymie endlich Alchymie entstanden.

Mehrfacher Zweifel herrscht ferner über die Bedeutung des Namens Chemie. Einige beziehen denselben auf das griechische Chymos, das Saft bedeutet; nach andern weist er auf Aegypten hin, das auch Chemia, nach seinem schwarzen Erdreich, genannt wird. Hier war auch in der That schon früh eine gewisse chemische Industrie verbreitet, und es mag damit zusammenhängen, daß die Chemie später auch als die ägyptische oder schwarze Kunst, Schwarzkunst bezeichnet wird.

Die Chemie des Alterthums beschränkt sich lediglich auf die Ausübung einiger Gewerbe, die auf chemischen Vorgängen beruhen, worin, wie erwähnt, die Aegypter entschieden hervorragten. Wie insbesondere aus Abbildungen ägyptischer Denkmäler hervorgeht, verstanden dieselben außer der Darstellung und Bearbeitung mehrerer Metalle und Metallgemische auch die von Salmiak, Soda, Kochsalz, Alaun und Glas; sie brannten Ziegel und gemalte Töpferwaaren, kannten Bleiweiß und Grünspan, und bereiteten Essig, Bier, Seife sowie verschiedene Arzneimittel, und besaßen die Kunst, Leichname einzubalsamiren, um sie vor Fäulniß zu bewahren.

Was wir bei den Phöniziern, Juden, Griechen und Römern Aehnliches vorfinden, läßt sich auf ägyptischen Ursprung zurückführen. Wenn China nach Alter und Umfang seiner chemischen Kenntnisse Aegypten über-

trifft, so blieb es doch abgeschlossen und ohne Einfluß auf deren Ueberlieferung und Weiterentwickelung.

Zwar scheint es, als ob die griechischen Philosophen sich bereits mit einer Frage beschäftigt hätten, die noch bis in die neueste Zeit ein Hauptgegenstand chemischer Forschung und Speculation geblieben ist, nämlich die Frage nach den Elementen oder Urstoffen aller Dinge. Allein dieselben gebrauchten das Wort Element in anderm Sinne, als gegenwärtig geschieht. Einige verstanden darunter die allgemeine Bedingung, aus welcher die ganze Körperwelt hervorgegangen sei, wie Thales das Wasser, Anaximenes die Luft und Heraklit das Feuer als das Ursprüngliche bezeichnen, während andererseits Aristoteles unter seinen Elementen verschiedene Urzustände oder Grundeigenschaften begreift, aus deren Vorhandensein und Mischung die verschiedenen Eigenschaften und Zustände der Körperwelt hervorgehen. Hiernach sind Feuer, Wasser, Luft und Erde Vertreter von Hitze, Trockenheit, Feuchtigkeit und Kälte, von deren Vorhandensein und Mischung die Eigenschaften der Dinge, wie heiß, kalt, trocken, feucht, schwer, fest, flüssig u. s. w. abhängen. Außerdem findet sich noch die Andeutung eines fünften ätherischen Elements, der essentia quinta, das vielleicht das Geistige vorstellen soll und später Gegenstand eifriger chemischer Nachforschung wurde, wie denn noch jetzt der Ausdruck Quintessenz gebräuchlich ist, um damit den sublimsten Gehalt von etwas zu bezeichnen.

Das Zeitalter der Alchemie datiren wir von dem Auftreten chemischer Schriften, die zuerst in griechischer Sprache abgefaßt, vornehmlich durch die in Europa eingedrungenen Araber uns übermittelt worden sind. Hervorragend und bis ins 16. Jahrhundert in Geltung bleibend sind die Schriften von Geber oder Dschafar, dem vom 13. Jahrhundert an in den andern Ländern Europas als bedeutendere Alchemisten nachfolgen Albertus Magnus, Roger Baco, Arnoldus Villanovus, Raymundus Lullus und Basilius Valentinus. Die Kunst Gold zu machen, insbesondere durch Umwandlung aus unedeln Metallen, ist hier Aufgabe der Chemie. Die Werke sind in einer mystischen, bildlichen, oft ganz unverständlichen Sprache geschrieben, und wenn auch die unermüdlichen und wunderlichen Arbeiten in der genannten Richtung ihr Ziel nicht erreichten, so wurden durch dieselben doch eine ganze Reihe schätzbarer Thatsachen zu Tage gefördert. Von chemischen Producten aus dieser Periode sind zu nennen: Schwefelmilch, Schwefelleber, Soda, Pottasche und Aetzkali, Schwefelsäure, Salpetersäure, Königswasser und Essigsäure, Präparate des Antimons, Quecksilbers, Silbers und Goldes, der Weingeist, Weinstein, Arsenik und das Ammoniak. Die Destillation und Sublimation waren bereits geläufige und vielfach angewendete chemische Operationen.

Im Zeitalter der medicinischen Chemie, das die Periode von 1525—1650 umfaßt, nehmen die alchemistischen Versuche der Goldmacherei ihren Fortgang, ja sie setzen sich fort bis in unsere Zeit, wenn auch mehr in den Hintergrund gedrängt und nur noch in den Händen von Betrügern. Dagegen betheiligen sich nunmehr Aerzte und gelehrte Mönche in hervorragender Weise an chemischen Arbeiten, deren Ziel vornehmlich auf Herstellung eines Universalheilmittels gerichtet war. Als solches wird der Stein der Weisen aufgeführt, der nebenbei noch die Tugend besitzen soll, geringe Metalle in Gold zu verwandeln, und das aurum potabile, die Goldtinctur. Im Gegensatz zu den Aerzten der Alten, die als Heilmittel nur einfache Mittel, wie Pflanzensäfte anwendeten, führt Paracelsus als solche die chemischen Präparate ein; ihm folgen Glauber, der Entdecker des wunderbaren Glaubersalzes, und am Ende der Periode der ausgezeichnete Arzt van Helmont, der die Gase von den Dämpfen unterscheiden lehrte. In den Schriften der Genannten ist ein erheblicher Fortschritt zu erkennen im Gegensatz zu der vorhergehenden fabelhaften Schreibweise. Insbesondere zeichnen sich aus durch Klarheit und Genauigkeit die Schriften des Agricola über die Hüttenprocesse.

Das Zeitalter der phlogistischen Chemie, das allenfalls ungefähr hundert Jahre umfassend, fällt zusammen mit einer Periode wissenschaftlicher Bewegung, die angeregt durch die vorhergegangenen Entdeckungen neuer Welttheile und gefördert durch die Erfindung der Buchdruckerkunst, eine großartige Umgestaltung der Dinge vorbereiten und bewirken mußte. Bezeichnend hierfür sind die Namen von Kepler, Galilei, Torricelli und des Philosophen Bacon von Verulam, welcher den Naturwissenschaften den Versuch und die Beobachtung als die allein richtige Methode bezeichnet. Es werden ferner in diesem Zeitraume die Akademien der Wissenschaften gegründet, wichtig für die Verbreitung und Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse durch ihre Zeitschriften. An chemischen Arbeiten betheiligen sich nunmehr zahlreiche Männer aus gebildeten Ständen, und insbesondere nehmen die Apotheker daran einen ehrenvollen Antheil. Der Vermehrung, welche die Kenntniß chemischer Sachen erfuhr, ist besonders hervorzuheben die Entdeckung der wichtigsten Gase, wie des Wasserstoffs, Stickstoffs, Chlors, Stickstoffoxyds, Wasserstoffs, der Kohlensäure, schwefligen Säure, des Phosphors, auch verschiedener organischer Säuren und die Auffindung des Zuckers in einheimischen Gewächsen. Black, Cavendish, Priestley, Lavoisier, Klaproth, Scheele betheiligten sich an dieser Entdeckung. Ihren Hauptcharakter erhält jedoch diese Periode von dem Auftreten der ersten chemischen Theorie, der sogenannten phlogistischen Theorie, welche von zwei ausgezeichneten Aerzten, Becher und Stahl, aufgestellt wurde. Dieselbe dreht sich um die Frage, warum Metalle beim Erhitzen an der Luft verkalken (d. i. sich oxydiren), und warum die entstandenen Metallkalke (Oxyde) beim Schmelzen mit Kohle wieder in Metalle zurückgeführt werden?

Zur Erklärung dieser Vorgänge wird die Existenz eines Stoffs angenommen, Phlogiston genannt, der in sehr geringer Menge in den Metallen enthalten sei, beim Erhitzen derselben entweiche er, wodurch sie ihre metallische Eigenschaft verlieren. Gewisse Körper seien sehr reich an Phlogiston, z. B. Schwefel, Phosphor und insbesondere Kohle. Wird daher letztere mit Metallkalken geglüht, so nehmen diese etwas Phlogiston auf und werden wieder zu Metallen. Diese für den damaligen Standpunkt scharfsinnige Theorie mußte unhaltbar erweisen, sobald man anfing, die chemischen Processe mit der Wage zu verfolgen, wodurch sich ergibt, daß die Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, und daß die Metallkalke bei der Zurückführung in Metalle an Gewicht verlieren, was unmöglich wäre, wenn im ersten Falle Phlogiston entweicht und im letzten aufgenommen wird.

Mit der Einführung der Wage in die chemische Forschung geschieht gegen Ende des 18. Jahrhunderts der Uebergang in die Periode der analytischen Chemie, die vielleicht besser als die der wissenschaftlichen überhaupt bezeichnet worden wäre. Denn nunmehr wird die Chemie nicht lediglich mehr um ihres eingebildeten oder wirklichen Nutzens wegen betrieben, sondern viele widmen sich derselben als

ſtande rein wiſſenſchaftlicher Forſchung. Aller-
iſt es die analytiſche Methode, welche von da
eg und Fortſchritt vorſchreibt, d. h. die genaue
uchung, aus welcherlei Stoffen die Körper zu-
ngeſetzt ſind, die qualitative Analyſe, und
lchen Gewichtsverhältniſſen, die quantitative
yſe.

ſes rationelle Betreiben der Chemie führte einer-
um Begriff der chemiſchen Elemente, ſowie
ermehrung ihrer Anzahl durch fortwährende Ent-
gen bis auf 63, worunter die der leichten
lle von hervorragender Bedeutung war — an-
eits leiteten die Ergebniſſe der quantitativen Un-
ungen zur Erkenntniß von Geſetzen, an welche
ne Reihe von Hypotheſen, Theorien und Specu-
en anſchloſſen.

. Eingang dieſer Periode zeichnet ſich Lavoiſier
urch ſeine Widerlegung der phlogiſtiſchen Theo-
rmittels der richtigen Erklärung des Oxydations-
Verbrennungsproceſſes. Von ſeinen Zeitgenoſſen
n wir Fourcroy, Guyton Morveau, Ber-
et, Richter und Klaproth.

e große und ſtets ſich mehrende Reihe der nach-
den Chemiker, deren viele zu den Lebenden ge-
, bilden, je nach der Richtung ihrer Thätigkeit,
re Gruppen. Vorzugsweiſe Analytiker, insbe-
re im Gebiet der unorganiſchen oder Mineral-
e, ſind: Berzelius, Wöhler, Roſe, Gmelin,
ſcherlich, Bunſen und Freſenius. Mehr
Phyſiko-Chemiker ſind ausgezeichnet: Gay-Luſſac,
long, Regnault, Faraday, Davy, Dalton,
ham und Kopp. An der Spitze der Chemiker,
e hauptſächlich die organiſche Chemie bearbeiten,
n wir Liebig, den Begründer der organiſchen
yſe, und zählen hierher noch Dumas, Gerhardt,
rent, Hofmann, Kolbe und Kekulé.

hlloſe Entdeckungen von Stoffen, von denen nur
organiſchen Baſen, wie des Chinins, gedacht
, und die ins Unermeßliche ſich mehrende Dar-
ng chemiſcher Verbindungen, ſtellen der Medicin,
Künſten und Gewerben neue und ungeahnte Hülfs-
l zur Verfügung; ſie bilden ferner die Grundlage
heoretiſchen Chemie, die mit der Lehre von den
iſchen Proportionen oder Aequivalenten, der Atom-
Volumtheorie, der Lehre vom Iſomorphismus und
der elektrochemiſchen Theorie, von der Typen-
Molecular-theorie und der Valenz oder Werthig-
der Atome ihren nicht vollendeten Entwickelungs-
antritt. Die Spectralanalyſe eröffnet den
in die chemiſche Natur unerreichbarer Himmels-
er und geſtattet die chemiſche Speculation auch im
iete des Weltraums.

ie Chemie iſt nunmehr eine durchaus ſelbſtändige
ienſchaft auch in ihren Vertretern geworden. Bis-
auf der Hochſchule einem Profeſſor der Medicin
theilt, beſitzen jetzt alle Univerſitäten und poly-
niſchen Schulen beſondere Lehrſtühle der Chemie
ihr gewidmete Laboratorien. Ueberdies iſt die
mie herausgetreten aus der Beſchränkung als Fach-
enſchaft, ſie iſt als eins der allgemein bildenden
tel aufgenommen worden in den Lehrſtoff der Gym-
en und Realſchulen.

Eintheilung der Chemie.

In der Art und Weiſe, wie unſere Wiſſenſchaft
rbeitet und verwerthet wird, läßt ſich dieſelbe un-
ſcheiden in reine Chemie und in angewendete
emie. Den Eingang in erſtere bildet die Expe-
mental-Chemie, d. i. ein Vortrag über die che-
miſchen Erſcheinungen, begleitet von den zum Ver-
ſtändniß unentbehrlichen Verſuchen oder Experimenten.
Als pneumatiſche Chemie bezeichnete man früher
den von den Gaſen handelnden Theil derſelben. Die
Experimentalchemie wird eingetheilt in die unorgani-
ſche oder Mineralchemie, welche von den Stoffen
handelt, die der unorganiſchen Körperwelt entnommen
werden, und in die organiſche Chemie, früher auch
als Phyto- und Zoochemie bezeichnet, welche die
chemiſchen Verbindungen betrachtet, deren Urſprung
aus dem Bereiche der Pflanzen und Thiere ſich ab-
leitet. Der Experimentalchemie geht zur Seite die
analytiſche Chemie, welche als das A-B-C des prak-
tiſchen Chemikers anzuſehen iſt, denn ſie lehrt die
Handgriffe und Methoden, welche erforderlich ſind, die
Stoffe in ihre Beſtandtheile zu zerlegen und die Men-
gen der letztern zu beſtimmen. Die theoretiſche
Chemie hat als Gegenſtand die kritiſche Forſchung
und Darſtellung der Geſetze, welche aus der Fülle
chemiſcher Thatſachen ſich ergeben, ſowie den Verſuch,
dieſelben auf Grundurſachen zurückzuführen; ſie wird
hierbei ſtets mehr oder weniger zur ſpeculativen
Chemie. Ein Theil derſelben, der von den Gewichts-
verhältniſſen handelt, in welchen die Stoffe ſich ver-
binden, hat man als Stöchiometrie bezeichnet.

Die angewendete Chemie ſetzt ſelbſtverſtändlich
die reine Chemie voraus, denn ſie iſt deren Beziehung
und Hülfeleiſtung im Gebiete anderer Zweige der
Wiſſenſchaft oder der Künſte und Gewerbe. In die-
ſem Sinne ſpricht man von einer mediciniſchen,
phyſiologiſchen und pharmaceutiſchen Che-
mie, von einer techniſchen Chemie im allgemeinen
und von beſondern Zweigen derſelben, der Metal-
lurgik oder bergmänniſchen Chemie, von der
Gärungs- oder Zymochemie, der Farbenchemie
und endlich von landwirthſchaftlicher oder Agri-
culturchemie u. a. m.

Das chemiſche Laboratorium.

(Tafel 1.)

Man hatte ſich gewöhnt, ſeine Vorſtellung über das
Ausſehen und die Einrichtung eines chemiſchen Labo-
ratoriums nach den Gemälden der niederländiſchen
Schule zu bilden, die uns in wiederholten Darſtellun-
gen von photographiſcher Genauigkeit die Scenerie der
Werkſtätte eines Alchemiſten damaliger Zeit überliefert
haben. Durch dieſe Bilder iſt dieſer geradezu eine
typiſche, romantiſche Figur geworden. Im ſchwarzen
Talar und Baret, mit langem weißen Bart ſitzt er im
geſchnörkelten Seſſel, vertieft in den alten Folianten
kabbaliſtiſcher Monogramme. Das Laboratorium ſelbſt
iſt ein geheimnißvoller, düſterer Winkel, ausgeſtattet
mit wunderlichem Kram, fremdartige Thiergeſtalten in
Gläſern und aufgehängt an der Decke, rings umher
mannichfaches Geräthe, Flaſchen, Kolben, Phiolen von
ſeltſamer Form. Aus der dunkelſten Ecke leuchtet unter
dem mächtigen Deſtillirapparat die feurige Glut, und
man iſt des Augenblicks gewärtig, aus der Lohe den
Homunculus, den rothen Drachen oder Salamander
hervorſpazieren zu ſehen.

Von dieſem traditionellen Bilde der alchymiſtiſchen
Hexenküche, wo Zaubertränke gebraut und Wunder-
mittel deſtillirt wurden, iſt das heutige chemiſche La-
boratorium um ſo mehr verſchieden, als man erſt
in der neueſten Zeit ſeinen Zweck klar erfaßt, hier-
nach ſeine Einrichtung getroffen und ſeinen Ausbau
vollendet hat. Die Laboratorien dienen heutzutage
vorzugsweiſe dem wiſſenſchaftlichen Unterricht in der
Chemie, der ohne die praktiſche Uebung nur in der

Anhäufung eines unfruchtbaren Gedächtnißwerks bestehen würde.

Während im Beginn des Zeitalters der wissenschaftlichen Chemie die Meister in der chemischen Experimentirkunst nur wenigen bevorzugten Schülern ihre Werkstätten öffneten, wie Berzelius in Stockholm, Gay-Lussac in Paris, Rose in Berlin, richtete vor etwa vierzig Jahren Liebig in Gießen zuerst ein öffentliches Universitätslaboratorium ein, das, mit bescheidenen Mitteln begonnen, zur Pflanz- und Musterschule der Methodik in praktischer Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten geworden ist. Seitdem sind ähnliche Anstalten an allen Universitäten und technischen Hochschulen entstanden, und es gewinnt den Anschein, als ob bei einigen derselben die verspätete Herstellung hätte gut gemacht werden sollen durch wahrhaft palastartige Bauwerke mit verschwenderischer innerer Ausstattung.

Das erst im Jahre 1869 vollendete neue Universitätslaboratorium zu Leipzig sollte alle bei den vorhergegangenen Einrichtungen derselben Art gemachten Erfahrungen benutzen und die bewährten Vorzüge in sich vereinigen, und dadurch als eine Musteranstalt sich erweisen. Es ist daher ganz vorzüglich geeignet, in Bild und Wort Zweck und Ausführung eines modernen chemischen Laboratoriums zur Anschauung und zum Verständniß zu bringen. Dasselbe ist mit einem Aufwand von 80000 Thalern nach der Idee und den Entwürfen des zeitigen Dirigenten, des Professors der Chemie H. Kolbe, vom Architekten Zocher erbaut worden.

Die Einrichtung des Laboratoriums ist dahin bemessen, daß darin 130 Praktikanten an hierfür eingerichteten Tischen ebenso viele Arbeitsplätze finden. Es sind ferner für gewisse chemische Arbeiten und Versuche Locale mit besondern Vorrichtungen vorhanden. Ueberdies sind die erforderlichen Säle für die Vorträge, sowie die Wohnräume für den Professor und die Assistenten mit einbegriffen.

An der Hand von Taf. 1, Fig. 1, die das Erdgeschoß, und Fig. 2, welche das obere Stockwerk im Grundriß darstellt, läßt sich nachweisen, in welcher Vollständigkeit diesem Zwecke genügt ist. Betrachten wir zunächst eine Reihe von Einrichtungen, welche in beiden Stockwerken die gleiche ist, so begegnen wir den Arbeitssälen A, A' mit je vier, resp. je sechs Arbeitstischen, von welchen die des Erdgeschosses für Anfänger bestimmt sind, während im obern Stock die bereits geübten Chemiker arbeiten. Außerdem ist noch eine Anzahl von Arbeitsplätzen an den Fensterpfeilern, Fensternischen und passenden Stellen der Seitenwände angebracht. B B sind geräumige Experimentirzimmer, mit langen Tischen, für solche Arbeiten, die eine Aufstellung von größern Apparaten erfordern. C C sind offene Hallen, die nach Bedarf einen Fensterverschluß erhalten können, während D D gänzlich offene Hallen sind. In diese Locale werden Arbeiten verlegt, bei denen in großer Menge übel riechende oder schädliche Gase und Dämpfe sich entwickeln. E und E sind Zimmer für die Arbeiten mit Schwefelwasserstoff. Dieses abscheulich riechende und in größerer Menge giftig wirkende Gas ist eins der wichtigsten Reagentien, unentbehrlich in der qualitativen und quantitativen Analyse, sodaß es fortwährend in Gebrauch kommt und den Laboratorien älterer Einrichtungen hauptsächlich ihren specifischen Geruch verleiht. Es ist daher mit Recht in ein abgesondertes Gemach verwiesen worden, wohin eine Leitung das Schwefelwasserstoffgas aus einem in dem Kelleerraume befindlichen Gasometer führt, das von Zeit zu Zeit damit gefüllt wird, und aus welchem durch eine einfache Vorrichtung aller überschüssige Schwefelwasserstoff von der großen, stets warmen Feuerung vollständig aufgesogen wird, daß man gar nichts von seinem häßlichen Geruche verspürt. Eine Anzahl von Hähnen stellt es den Laboranten zur Verfügung, und es gewährt diese Einrichtung den doppelten Vortheil von Bequemlichkeit und Ersparniß. In F und G sehen wir kleine Laboratorien für die feinern arbeiten der Assistenten. G und G sind Kammern, worin Reagentien vorräthig gehalten werden. Im Erdgeschosse begegnen wir dem Zimmer K, welches als mechanische Werkstätte dient, sodann dem Bauzimmer I, wo seine Wagen aufgestellt sind. Letzteren Zwecke und zugleich als Bibliothekzimmer dient der Raum K des Oberstocks. Diese Bibliothek ist bereits mit solchen Werken ausgestattet, in denen der Laborant bei seinen Arbeiten sich Raths zu erholen hat.

Auch die pyrotechnischen Arbeiten, wie metallurgische Schmelzungen, lang andauernde Glühhitze in sehr hohen Temperaturen, machen besondere Vorlichkeiten und Einrichtungen erforderlich, mit kräftigem Luftzug und feuerfestem Mauerwerk. Solche finden sich in einem hellen gewölbten Raume des Souterrains.

Das Local H (Fig. 2) enthält Vorrichtungen eigenthümlicher Art, die in neuerer Zeit eine wichtige Rolle, vorzugsweise in der organischen Chemie spielen. Die chemische Verwandtschaft zwischen Elementen und Verbindungen derselben äußert sich in vielen Fällen ganz verschieden, je nachdem dieselben bei gewöhnlichen Temperatur- und Luftdruck-Verhältnissen oder bei lang andauernder hoher Temperatur und hohem Druck aufeinander einwirken. Zu Versuchen der Art werden die betreffenden Stoffe in starke Glasröhren gebracht, letztere zugeschmolzen und in Oel- oder Metallbade auf 200 — 300° C. erhitzt. Hierbei entsteht, wenn flüchtige Körper vorhanden sind, im Innern der Glasröhre ein außerordentlicher Druck, der nicht selten dieselbe in gefährlicher Weise für den Experimentirenden zersprengt. Zu Verminderung der Gefahr wird die Glasröhre nochmals in eine eiserne Hülse eingeschlossen. Als Beispiel von Versuchen chemischer Einwirkungen der Art sind die Anilinfarben anzuführen, von denen viele nur unter den eben beschriebenen Bedingungen gebildet werden.

Der Raum H des Erdgeschosses und M der Etage sind Garderobezimmer, worin der Professor nicht blos Hut, Ueberrock, Schirm ꝛc. ablegt, sondern in der Regel auch einen Costümwechsel vornimmt, da die chemischen Arbeiten stets mit Gefahr für die Integrität des Anzugs verknüpft sind. Ein Tropfen Salpetersäure genügt, um einen unvertilgbaren Fleck, ein Tropfen Schwefelsäure, um ein Loch zu erzeugen. Ersteres genug für die Beförderung eines emeritirten Kleidungsstückes zum Laborirrocke. Das arbeitende Personal bietet nach dieser Metamorphose allerdings eine interessante Mannichfaltigkeit antiquirter Trachten.

Imponirend und ansprechend ist der Eindruck, welcher der in den großen Hörsaal M Eintretende empfängt. Derselbe ist von zwei Seiten durch acht sehr große Fenster erleuchtet und hat auf neun terrassenförmig aufsteigenden Bänken und Stühlen 180 Sitzplätze. Jeder gewährt uns den Einblick in dieses ebenso zweckmäßig als geschmackvoll eingerichtete Local. Ueber die Zuhörer hinweg sehen wir vor uns den großen Experimentirtisch des vortragenden Professors, bedeckt mit Apparaten der verschiedensten Art. In der Mitte der Hinterwand befindet sich eine schwarze Tafel, auf welcher derselbe die chemischen Formeln anschreibt und Bilder der sich vollziehenden Zersetzungen und Umsetzungen entwirft. Diese Tafel ist nach oben verschiebbar, wie unser Bild darstellt, wodurch der

Nische geöffnet ist, in der die Versuche an- werden mit übelriechenden Stoffen, ohne Be- ig der Zuhörenden. Zugleich sieht man in das Präparirzimmer (N, Fig. 1), aus welchem sistent nach Bedarf die hergerichteten Apparate räparate darreicht. An beiden Seiten der Ta- d die zu den Versuchen erforderlichen Re- n aufgestellt. Der obere Theil der Rück- ist in Felder getheilt, auf welchen deutlich die Namen der chemischen Elemente, mit ung ihrer Zeichen und Atomgewichte, angeschrie- d, sodaß sie, stets vor dem Auge des Zuhörers ich, leicht dem Gedächtniß sich einprägen. In Mittelfeld ist die Büste des erhabenen Gönners nst und Wissenschaft, des greisen Königs Jo- von Sachsen aufgestellt; derselben gegenüber s Ministers von Falkenstein, der sich hohe nste um die Förderung der Universität Leipzig s chemischen Instituts insbesondere erworben hat. beiden Seitenwänden befinden sich die Büsten der häen der Chemie, von Liebig und Wöhler, von Berzelius und Mitscherlich. Ein reicher uchter für Gaslicht und drei an Stelle der drei en in der Decke des Saals über dem Experi- tisch eingesetzte Gassonnen erhellen bei abend- Vorlesungen den Hörsaal.

n Vorbereitungszimmern N und N′ benach- st der große Saal O, welcher die Sammlungen scher Präparate und Apparate enthält. Er birgt igentlichen Schätze der gesammten Anlage, auf- lt in Glasschränken. Hier finden wir in mög- r Vollständigkeit beisammen die 63 Elemente, aus die greifbare Welt zusammengesetzt ist, und die ßen Combinationen, in welchen dies sich verwirk- hat. Doch nur das specifisch chemisch gebildete weiß den Werth des oft unscheinbaren Inhalts läser zu schätzen, die demselben sich darbieten.

n rascher Sprung vom äußersten Süd des Ge- es nach dem äußersten Norden führt uns in den ren Hörsaal P. Daneben befinden sich die Woh- ner für Assistenten Q Q′, R R′, S S′. Den ß bildet das kleine Zimmer T; es steht durch Fenster in Verbindung mit der Außenwelt und deshalb zu solchen Versuchen, welche absoluten chluß des Tageslichts erheischen.

n ähnliches, größeres Zimmer mit schwarzen den, Fußboden und Decke, mit nur einem Fenster, es leicht lichtdicht verschlossen werden kann, ist im obern Stockwerk gelegene Raum Q. Dasselbe zu photometrischen Messungen und andern op- n, speciell zu Spectralversuchen. Anknüpfend einige bereits bekannte Thatsachen haben die rsuchungen von Bunsen und Kirchhof über den luß der in einer Flamme befindlichen Dämpfe auf Spectrum, d. i. auf das farbige Bild, in welches Prisma den hindurchgehenden Lichtstrahl zertheilt, unschätzbare Methode ergeben, um die Gegen- t unendlich geringer Mengen eines Elements zu nen, eine Methode, die nicht nur zur Entdeckung rerer bis dahin unbekannter Elemente führte, welche rer Erde angehören, sondern die auch gestattet, die chemischen Elemente, aus welchen andere Welt- er zusammengesetzt sind, sichere Anhaltepunkte zu en. Grund genug, um dieser Methode der Spec- lanalyse ein in aller Vollkommenheit ausgestattetes al anzuweisen.

Die übrigen, mit W W ... bezeichneten Räume des dgeschosses machen einen Theil der Wohnung des ofessors aus, deren übrige Gemächer in Fig. 2 ch die gleichen Buchstaben kenntlich gemacht sind. Wir sind hiermit wiederum im obern Stock angelangt, wo noch einige Zimmer zu besuchen sind. L ist das Local zur Ausführung der organischen Analyse, nach der Methode, die mit Liebig's Namen unzertrennbar verknüpft ist. Sie beruht im wesentlichen darin, daß die meisten organischen Körper, nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehend, verbrennlich sind. Die Verbrennung derselben aufs vollständigste zu bewirken, die entstehenden Producte aufzusammeln und zu wiegen und somit die quantitative Zusammensetzung der organischen Körper zu ermitteln, ist das Verdienst dieser S. 12 eingehend besprochenen Methode. Zu ihrer Ausführung findet sich hier alles vereinigt und aufs zweckmäßigste eingerichtet.

Neben dem Privatlaboratorium N des Professors befindet sich dessen Sprech- und Geschäftszimmer O. Der Raum P dient dem Professor theils zur Ausführung organischer Elementaranalysen, theils zum Ueberhitzen hermetisch verschlossener Röhren, und enthält außerdem eine dem Chemiker so nothwendige Badevorrichtung mit Wasser- und Dampfleitung. R ist ein zur Aufstellung der Theilmaschine und anderer feinerer Instrumente bestimmtes Local. Endlich erreichen wir das Zimmer S für Gasanalysen. Letztere erfordern eine höchst genaue Abmessung der in Untersuchung befindlichen Gase, und da deren Volumen mit jedem Temperaturwechsel sich ändert, so wurde hauptsächlich darauf Rücksicht genommen, daß dieses Zimmer nach Norden liegend und durch seine Geräumigkeit möglichst unempfindlich ist für Schwankungen in der Temperatur.

Somit hätten wir den Gang durch sämmtliche Räumlichkeiten dieser Stätte des chemischen Studiums beendet. Wir nehmen nunmehr unsern Standpunkt an der Eingangsthüre des Arbeitssaales (Fig. 4) und gewinnen hiermit den Ueberblick über einen Schauplatz reger praktischer chemischer Thätigkeit. In dem geräumigen, hellen Local stehen sechs große Arbeitstische, jeder eingerichtet für vier Arbeiter. Ein breiter Gang trennt die beiden Reihen der Tische, um welche überdies ringsum ein hinreichender Abstand zur bequemen Bewegung zwischen denselben bemessen worden ist. Die gegenüber geöffnete Thüre gewährt eine perspectivische Aussicht durch die ganze Länge des Gebäudes und eine Vorstellung von der beträchtlichen Ausdehnung desselben.

Die Abbildung eines einzelnen Arbeitstisches (Fig. 5) ist von photographischer Genauigkeit, sodaß wir fast im Stande sind, die angehefteten Namen der Laboranten lesen zu können, die aus allen Ländern sich zusammenfinden an dieser zur Zeit ersten Universität Deutschlands. Der Arbeiter findet da auf seinem Werkplatz alles vereinigt, was für die Mehrzahl seiner Versuche erforderlich ist. Gummischläuche liefern ihm bewegliche Gasflammen, und Röhren der Wasserleitung, nach Bedarf, kaltes Wasser; durch ein Becken nehmen alle abfälligen Flüssigkeiten ihren Abfluß. Eine Garnitur von Reagentien steht jedem zur Verfügung und ein einfacher Winkelhaken dient gleichzeitig zur Sperrung der Schubladen und Schränke, worin der Laborant seine weitern Requisiten aufbewahrt. Auf dem mit einer Eichenholzplatte bedeckten Tische sehen wir Apparate der verschiedensten Art aufgestellt, zum Filtriren, Destilliren, Titriren u. s. w. In der Mitte zwischen je zwei Repositorien ist zum Gebrauch für je zwei Praktikanten eine Bunsen'sche Wasserluftpumpe befestigt, an dieser Stelle hauptsächlich zum raschen Filtriren und Auswaschen bestimmt.

Die Methode der quantitativen Analyse unorganischer

Verbindungen, insbesondere der Minerale, besteht im wesentlichen darin, diese Körper erst in gelösten Zustand zu versetzen und alsdann aus den Lösungen nacheinander die einzelnen Bestandtheile in Gestalt unlöslicher, pulverförmiger Niederschläge auszuscheiden. Ein jeder derartiger Niederschlag muß auf einem Filter gesammelt, von anhängenden Stoffen ausgewaschen, getrocknet und gewogen werden, alles mühsame, viele Sorgfalt und Geduld erfordernde Operationen, die, stets wiederkehrend, sich äußerst zeitraubend erweisen. Außerordentlich vereinfacht und abgekürzt werden dieselben, wenn das auf den Niederschlag gegossene Wasser, mit einem verstärkten Druck auf denselben wirkend, die von ihm zurückgehaltene Lösung gewaltsam verdrängt. Hierbei wird von dem atmosphärischen Drucke in folgender Weise Anwendung gemacht. Das Filter von Fließpapier, welches bestimmt ist, den Niederschlag aufzunehmen, wird mit seiner Spitze in einen unten im Trichter eingesetzten Hohlkegel von Platinblech eingepaßt, und wird überall an die Wandung des Trichters fest angelegt. Hierdurch wird das Zerreißen des Filtrirpapiers verhindert, wenn das Wasser unter starkem Druck dasselbe durchdringt. Der Platinkegel paßt auf das genaueste in den Glastrichter T, Fig. 6, der vermittels eines durchbohrten Korkes luftdicht in den Hals eines Kolbens K von starkem Glas gesteckt ist. Ein zweites durch den Kork gehendes Glasrohr steht durch ein Kautschukrohr R in Verbindung mit einer Vorrichtung, welche die Luft in dem Kolben verdünnt. Sobald dies geschieht, drückt die Luft die mit dem Niederschlag auf das Filter gebrachte Flüssigkeit in einem Strahle aus der Spitze des Trichters, und in gleicher Weise das wiederholt aufgegossene Waschwasser, sodaß in einigen Minuten das Geschäft der Auswaschung vollendet ist, worauf der Niederschlag mit dem Filter herausgenommen, geglüht und gewogen werden kann.

Da der Luftdruck zuweilen den Kolben zersprengt, so wird derselbe in eine Art Becher B von Blech eingestellt und dessen Oeffnung mit Tuch bedeckt, was das Umherschleudern von Glassplittern verhindert.

Die Luftverdünnung im Kolben durch eine gewöhnliche Luftpumpe zu bewirken, erweist sich nicht zweckmäßig, da der in den Waschwassern häufige Gehalt von Säuren, Schwefelwasserstoff u. a. m. die Metalltheile der Maschine angreifen würde. Man bedient sich dazu besser jener Bunsen'schen Wasserluftpumpe. Es genügt zu diesem Zwecke, das vom Kolben abgehende Kautschukrohr luftdicht mit dem Behälter in Verbindung zu setzen, aus welchem Wasser in einem Rohr mit einer Fallhöhe von 10 — 12 Meter ausfließt und hierdurch die Luft aus dem Kolben saugt.

Zum Schluß noch einige Worte über Heizung und Ventilation sämmtlicher Arbeitsräume. Erstere geschieht mittels heißer Wasserdämpfe, die von einem im Souterrain liegenden Dampfkessel durch ein System eiserner Röhren nach etwa 30 einzelnen Localitäten sich verbreiten und dieselbe in angenehmer und leicht zu regulirender Weise erwärmen. Aus derselben Quelle wird auch der für die Wasserbäder und Trockenschränke erforderliche Dampf gezogen und zugleich das destillirte Wasser geliefert. Im Sommer werden letztere aus einem zweiten kleinern Dampfkessel gespeist.

Die Ventilation wird bewirkt durch weite Züge, welche frische, im Winter gewärmte Luft von außen herbeiführen, und ebenso weite Schornsteine, welche durch Mündungen in der Nähe des Fußbodens und der Decke des Zimmers die verdorbene Luft beständig aufsaugen und hinwegführen. Infolge dessen herrscht in den Laboratoriumssälen immer eine reine gesunde Atmosphäre.

Der chemische Apparat.

(Tafel 2 und 3.)

Anspruchslos und unscheinbar, fast ärmlich [illegible] der chemische Apparat sich aus, wenn wir ihn [illegible] gleichen mit dem physikalischen. Welchen Eindruck macht auf den Laien der Besuch eines physikalischen Cabinets! Hinter spiegelnden Glasscheiben schimmern und glänzen ihm ganze Reihen der wunderbarsten Apparate entgegen; er erkennt in der feinen Ausführung der Maschinen in Messing und Stahl, in Holzwerk und Glas Meisterwerke der feinsten Art, und in der That berechnet sich der Werth eines solchen physikalischen Inventars auf viele Tausende, und in reich ausgestatteten Anstalten reihen sich zwei, drei und mehr Säle aneinander, mit immer neuen Instrumenten.

Von all diesem Glanz hat der Chemiker nichts zuzuweisen; wenn wir ihn überraschen inmitten seiner vollsten experimentellen Thätigkeit, dann finden wir seinen Arbeitstisch bedeckt mit allerlei Geräth, das weder durch Pracht noch durch Kostbarkeit unsere Bewunderung erregt. Und wenn er uns in [illegible] seines Reichthums vor die Spiegelscheiben seines Apparatensammlung führt und mit Stolz auf sie weist, so erblicken wir dahinter nichts als Reihen Gläsern aller Größe, gefüllt mit Stoffen aller Art. Der Blick in die Aufstellung einer Apotheke oder Materialkrams ist davon nur wenig verschieden, dennoch verschließen die Behälter der chemischen Sammlung die merkwürdigsten Stoffe und Verbindungen, mitunter von größter Seltenheit und Kostbarkeit. Es ist hier in Wirklichkeit eine Musterkarte der Chemie-welt aufgestellt, aus der alles sich aufbaut und in alles wieder zerfällt im Kreislauf des chemischen Processes. Aber es erfordert einen Sachverständigen, einen Kenner, um diese Schätze zu würdigen.

Die Unterhaltungskosten eines großen Laboratoriums und die eines physikalischen Cabinets berechnen sich nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten. Die Einrichtung für eigentlich chemische Arbeiten ist verhältnismäßig billig, und man reicht hier mit Hunderten von Thalern weiter, als beim physikalischen Apparat mit so viel Tausenden. Allein während der letztere einmal angeschafft, jahrelang seine Dienste leistet — man denke an die Luftpumpe, die Fallmaschine, die Hebel, die optischen Instrumente —, findet im chemischen Laboratorium ein täglicher Consum statt. Das chemische Experiment, das seinem Wesen nach in der Einwirkung verschiedener Stoffe besteht, die dabei verändert werden, verbraucht und verzehrt fortwährend Stoffe. Es ist wie ein Organismus; es erzeugt neue Verbindungen und scheidet Abfälle aus.

Sehen wir uns nun den chemischen Apparat an, so steht das Glasgeräth obenan; es ist das Universalgeschirr des Chemikers, sei es in Form von Kolben oder Kochflaschen, Retorten, Bechern, Gläsern, Glocken, Cylindern, Trichtern, Probirgläsern, Flaschen der verschiedensten Art, darunter die sogenannten Woulf'schen, zwei- und dreihalsigen Flaschen, wie Taf. 3, Fig. 16 ein Beispiel ist. Eine ganz besonders wichtige Rolle spielen die Glasröhren; sie bilden die Kanäle, durch welche der Chemiker den [illegible] Dämpfen ihre Wege anweist, bald um sie zu [illegible] bald um sie zu sammeln. Nicht nur verlangt er Glasröhre nach Belieben zu zerschneiden und zu biegen, sondern auch vor der Lampe des Glasbläsers [illegible] dieselbe zu erweichen und aufzublasen zu [illegible] reich erdachten Formen, deren Fig. 4, 7, [illegible] rere zeigen.

Aber der zerbrechlichen Natur des Glases [illegible]

iche Opfer, besonders durch die Hände der An-
. Es herrscht da ein beständiger Consum und Ersatz.
hst Glas ist Porzellan am häufigsten ver-
meist in der einfachen Form wenig vertiefter
nnter Abdampfschalen. Aber es ist vom feinsten
lan; es klingt wie Metall und ist so sorgfältig
t, daß es vom Chemiker unbedenklich auf freies
gesetzt wird. Dann finden sich noch kleine
von Porzellan, sowie Röhren für heftige Glüh-
e.

s bescheidenste Material ist aber der Kork, und
o wichtig. Man hat Chemiker ersten Ranges in
elinden Enthusiasmus ausbrechen gesehen beim
eines ganz untadeligen, zarten, dichten, poren-
Korkstöpsels. Denn der Kork ist zugleich
ße- und Verbindungsmittel der chemischen Appa-
nd man wolle nur seine Verwendung in Taf.
3, Fig. 23 und 18 betrachten, um eine Vor-
g seiner Bedeutung zu gewinnen. Zu seiner
tung hat der Chemiker die Korkpresse, um ihn
hst weich und elastisch zu machen, das überaus
Korkmesser zum Zurechtschneiden, den Kork-
r und die Rundfeile, auch Rattenschwanz ge-
, zum Dorchbohren desselben.

r ein gefährlicher Concurrent ist dem Kork ent-
n im Kautschuk, seitdem es gelungen ist, den-
durch einen Zusatz von Schwefel zu „vulkani-
, wodurch er beliebige Grade der Härte und
ität und zwar bei jeder Temperatur anzunehmen
g. In der That spielt die Kautschukröhre eine
ge Rolle in der Geschichte der Experimentalchemie.
verbindet auf das leichteste und zuverlässigste
mit Röhre (Taf. 2, Fig. 21) und Flasche mit
e (Taf. 3, Fig. 10, 11). Vor dem Kork hat
autschukverbindung den großen Vorzug, daß sie
glichkeit gestattet und somit die Gefahr des Zer-
ns mühsam aufgestellter Apparate beträchtlich ver-
rt. Außerdem wird Kautschuk noch verwendet in
t von Stöpseln, Ballons für Saug- und Spritz-
n und zu sehr praktischen Klemmen oder Sperr-
tungen, Fig. 2, die von ihrem Erfinder den gra-
Namen Quetschhahn erhalten haben.

s, Porzellan, Kork und Kautschuk — das sind
h die Grundelemente der chemischen Experimentir-
und neun Zehntel aller chemischen Operationen,
einsten Art, die zu den hervorragendsten Ent-
gen geführt haben, sind mit Apparaten aus diesen
den Hülfsmitteln ausgeführt worden, denen in
äßiger Zusammenstellung das Prädicat der Ele-
nicht vorenthalten werden kann.

beiläufig wird ein kostbareres Material in An-
genommen, wie in erster Linie das Platin,
s in den gewöhnlichen höchsten Hitzegraden un-
zbar ist und nur von wenig Substanzen ange-
t wird. Daher verwendet man Tiegel von
t, besonders bei analytischen Arbeiten zu Glüh-
hen; ferner dienen zum Verdampfen Bleche und
en von Platin, und zu verschiedenen Zwecken
ndraht und Platinschwamm.

h Silber wird in Gestalt von Schalen oder
n Kesseln gebraucht bei Arbeiten, die mit ätzenden
en sich befassen, durch welche Platin, Glas und
llan angegriffen werden. In manchen Fällen
jedoch blanke eiserne Geräthe gleich guten Dienst.
Quecksilber braucht der Chemiker, wenn er
Gasen hantirt, die in Wasser löslich sind — was
ufig gesagt bei allen mehr oder weniger der Fall
In Taf. 2, Fig. 21 sind die ganze Kufe und die
Glocke B mit Quecksilber gefüllt.

ndlich, herabsteigend zu den unedeln Metallen, hat
doch auch das Blei gewisse, dem Chemiker werthvolle Eigenschaften; es widersteht insbesondere dem Angriff der Verbindungen des Fluors, und Bleigeräthe dienen daher zu Darstellung und Aufbewahrung der Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure), und Bleiröhren sind die unersetzlichen Leitungsröhren für das Leuchtgas.

Da hier und da noch allerlei mechanische Arbeiten vorkommen, die der Chemiker theils an den Stoffen, theils an seinen Apparaten vorzunehmen hat, so fehlt es in seiner Werkstätte nicht an Mörsern und Reibschalen von Eisen, Porzellan, Stahl und Achat, an Hammer, Amboß und Zange, an Säge und Feile, ja auch eine Drehbank mag sich vorfinden zu Schleif- und Bohrarbeiten, und Blasbälge in verschiedenen Dimensionen zur Belebung der Glut bei Kohlenfeuerung u. s. w.

Nach dieser Vorbetrachtung gehen wir nunmehr an der Hand unsers Atlas über zur Schilderung einiger Apparate, und beginnen mit solchen, die zu chemischen Operationen im Allgemeinen dienen, z. B. Heizapparate, während die in ganz besonderen Fällen verwendeten erst dann besprochen werden, wenn von den Stoffen die Rede ist, die ihre Zuziehung erfordern.

1. Heizapparate.

Die Wärme ist ein chemisches Hauptagens, in allen Abstufungen, vom gelinden Wasserbad bis zur höchsten Weißglühhitze. Die Alten hatten ganze Arsenale von Oefen; die allgemeine Verbreitung des Leuchtgases hat hierin eine große Vereinfachung herbeigeführt.

In Taf. 2, Fig. 1 erblicken wir den sogenannten Universalofen für Kohlenheizung. Derselbe ist von starkem Eisenblech, innen mit einem Beschlag von Thon ausgefüttert, etwa 0,5 Meter hoch. Oben ist bei b die Thüre zur Feuerung, unten die Thüre a zur Regulirung des Luftzutritts. Die Daumen d dienen zum Aufsetzen der Kochgeschirre.

Soll dieser Ofen zur Destillation benutzt werden, so wird der Ring Fig. 2 aufgesetzt und in diesen die Kapelle Fig. 3 gehängt. Letztere ist ein kleiner Kessel mit halbrundem Ausschnitt am Rande, zur Aufnahme des Retortenhalses, wie aus Fig. 12 ersichtlich, die einen ganz ähnlichen, aber feststehenden Ofen aus Mauerwerk darstellt. In die Kapelle wird etwa ein Finger hoch Sand gebracht, die Retorte eingesetzt und der verbleibende Zwischenraum mit Sand ausgefüllt. Man nennt eine solche Vorrichtung ein Sandbad.

Zu Glüh- und Schmelzarbeiten in größerm Maßstabe dient der Schmelzofen, Fig. 11, im Durchschnitt abgebildet. Auf die Roststäbe, die hier im Querschnitt erscheinen, wird der Tiegel mit der Schmelzmasse gestellt, ringsum Holzkohle geschüttet und die Feuerthüre geschlossen. Die Stärke des Zugs und der entstehende Hitzgrad hängt von der Höhe des seitwärts mit dem Glühraum verbundenen Kamins ab. Zur Erzeugung der stärksten Weißglühhitze benutzt man eine unter dem Namen des Sefström'schen Ofens bekannte Vorrichtung, Fig. 13. Dieselbe besteht aus einem Cylinder von starkem Eisenblech, welcher unten eine Düse, d. i. Mundstück zum Einblasen von Luft durch einen Blasbalg hat. In den obern Rand des Cylinders wird ein großer Graphittiegel eingehängt, in welchen, zwei Zoll über seinem Boden, 8 kleine Löcher eingebohrt worden sind. Diesen gegenüber, auf einen Untersatz, wird der von glühenden Kohlen umgebene Tiegel gestellt, der die zu schmelzende Masse enthält. Man wählt hierzu einen der sogenannten hessischen Tiegel, die in Groß-Almerode aus unschmelzbarem Thon gefertigt werden.

Es gelingt, in demselben die schwerst schmelzbaren Metalle, wie Mangan, Chrom, Kobalt und Nickel zu schmelzen. Der Sefström'sche Ofen wird jedoch übertroffen und ersetzt durch die Wirkung der Flamme, welche entsteht, wenn in gewöhnliches Leuchtgas ein Strom von Sauerstoff eingeblasen wird. Dieselbe schmilzt Platin mit Leichtigkeit und bringt Silber zum Kochen, sodaß es in Gestalt blauer Dämpfe überdestillirt. Die hierbei verwendeten Schmelztiegel werden aus gebranntem Kalk geschnitten.

Zu Erhitzungen geringen Grades und Umfangs dient die Spirituslampe, Fig. 4. Sie ist meist von Glas, das stets elegant bleibt und leicht den Stand des Brennmaterials erkennen läßt. Ein Baumwolldocht saugt den Weingeist auf, dessen Verdunstung nach gemachtem Gebrauch durch ein aufgesetztes Hütchen verhindert wird. Eine Spirituslampe von starker Heizkraft, die insbesondere zu den Glühversuchen bei Analysen vorzügliche Dienste leistet, ist die Berzelius'sche Lampe mit doppeltem Luftzug, Taf. 2, Fig. 5 und Taf. 3, Fig. 13, 15, 16. Sie besteht nach dem Argand'schen Princip aus einem Rundbrenner und wird aus einem Weingeistbehälter gespeist, der au niveau mit der Lampe communicirt oder, was gewöhnlicher ist, sie in Gestalt eines Ringes umgibt. Dieselbe ist jedoch seit der allgemeinen Verbreitung des Gases mehr und mehr außer Gebrauch gekommen, insbesondere seit Bunsen den nach ihm benannten Gasbrenner, Taf. 2, Fig. 9, construirt hat, durch welchen der Gasflamme der Rauch benommen und eine außerordentliche Heizkraft verliehen worden ist. Dies beruht darauf, daß dem Leuchtgas Luft beigemengt wird, bevor es zum Verbrennen gelangt. Zu diesem Zweck tritt durch seitliche Oeffnungen in den Fuß des Brenners, Fig. 6, Luft ein, mischt sich in dem aufgeschraubten Brandrohr, Fig. 7, mit dem Gas, und wird dann angezündet. Die Verbrennung geschieht hierdurch so vollständig, daß eine fast farblose Flamme entsteht, die daher auch zur Spectralanalyse verwendet wird. Sie ist zugleich so heiß, daß ohne Gefahr Glasgefäße derselben nicht ausgesetzt werden können. Es genügt jedoch, dem Glas ein Drahtnetz als Unterlage zu geben, um die Hitze geeignet zu mäßigen. Schiebt man in das Brandrohr der Bunsen'schen Lampe den Einsatz, Fig. 8, so werden die Luftlöcher geschlossen und man erhält an der spaltförmigen Oeffnung eine schmale, leuchtende und rußende Flamme, welche zu Reductionsversuchen am Löthrohr geeignet ist.

2. Trockenapparate.

Heizapparate besonderer Art sind die Trockenapparate. Sie dienen hauptsächlich, um Stoffe, die der quantitativen Analyse unterworfen werden sollen, bei einer bestimmten Temperatur von allem hygroskopischen Wasser zu befreien, mitunter auch, um selbst chemisch gebundenes Krystallwasser zu entfernen. Eine sehr einfache Vorrichtung der Art zeigt Fig. 14 auf Taf. 2, ein Kasten von Kupferblech mit doppelter Wandung, der durch b mit Oel gefüllt und auf einen Herd oder Ofen, oder über ein Feuer gestellt wird. Ein bei a eingesetzter Thermometer zeigt die Temperatur an. In den innern Hohlraum c bringt man die zu trocknende Substanz und schließt das mit den Abzugslöchern g und h versehene Thürchen. Ganz ähnlicher Art ist die Trockenbüchse, Fig. 16, in welche man das Schälchen mit der Substanz einstellt und den Deckel mit dem Thermometer aufsetzt. Man kann dann die Büchse einer beliebigen Wärmequelle aussetzen. Durch die Oeffnung B entweicht die Feuchtigkeit.

Das ganz einfache Wasserbad besteht aus einer Porzellanschale mit innerm Rand, Fig. 17, die zur Hälfte mit Wasser gefüllt und in den Ring eine Schale gesetzt, welche den einzudampfenden oder zu trocknenden Gegenstand enthält, der in diesem nie über 100 Grad erhitzt wird. Bezweckt man Anwendung höherer Temperatur, so bedient man ganz ähnlicher Metallgefäße, die Oel enthalten (Oelbad). Manche Stoffe zersetzen sich bei der gewöhnlichen Erwärmung, und man kann ihnen nur dadurch das Wasser entziehen, sie austrocknen, daß sie in einer Glocke, Fig. 15, auf ein Gefäß mit Schwefelsäure gesetzt werden, worauf man das Ganze mit einer Glocke b bedeckt. Die Schwefelsäure saugt alsdann begierig das verdunstende Wasser auf.

Von mehr zusammengesetzter Art ist der Apparat, Fig. 18, dessen man sich zum Austrocknen der Substanzen bedient, die der organischen Analyse unterworfen werden sollen. Der eigentliche, aus Glas bestehende Trockenbehälter c steht nach links mit einem Gefäß, der Schwefelsäure enthält, nach rechts mit einem Wassergefäß d von ziemlichem Umfang in Verbindung. Er wird erhitzt, indem man ihn in das unten gebildete Kesselchen einsetzt, das Wasser entzündet oder man sich über einer Lampe stehend zu denken. Sein Deckel hat beiderseits passende Ausschnitte, die nach oben gehenden Schenkel der Trockenröhre. Sobald man durch den Hahn e Wasser ausfließen läßt, entsteht eine Luftbewegung durch den ganzen Apparat, indem durch das Rohr b Luft eintritt, durch die Schwefelsäure gehend ihre Feuchtigkeit verliert und über die in c befindliche Substanz hinstreicht, dieselbe austrocknet. Von Zeit zu Zeit löst man den Trockenapparat c bei g und f aus und wiegt ihn. Ergibt selbe keine weitere Abnahme an Gewicht erkennen, ist die darin enthaltene Substanz vollkommen trocken.

3. Hülfsapparate.

Noch begegnen wir im Laboratorium Hülfsapparaten verschiedener Art. Ein solcher ist Taf. 2, Fig. 12 abgebildet und kann mit seinen verschiedenen Armen ein Universalträger genannt werden. Der Fuß dieses theils aus Holz, theils aus Eisen gefertigten Gestells ist gewöhnlich mit einer Porzellanplatte bedeckt, die stets reinlich gehalten werden kann. Der Ring des untersten Armes b dient zum Aufsetzen von Abdampfschalen über eine Spirituslampe, oder als Trichters beim Filtriren; zwischen die Zacken des hängenden c wird ein Tiegel bei Glühversuchen gehängt; zum Aufsetzen kleiner Schalen, Retorten, Kölbchen dienen Dreifüße von verschiedener Größe, die bei d eingeklemmt werden. Die oberste Vorrichtung endlich ist ein sogenannter Retortenhalter. Zwischen seine mit Kork gefütterten Arme n n, welche durch die Schrauben i und l geschlossen und geöffnet werden können, wird je nach Bedarf der Hals einer Retorte oder einer Glasröhre u. s. w. eingeklemmt. Durch die Schraube f kann der Halter sowol in jeder Höhe als auch in horizontaler Richtung nach Bedürfniß gestellt werden; derselbe ist ferner um seine Achse, zu der die Schraube g gehört, drehbar, und diese dreifache Beweglichkeit macht es möglich, diese unentbehrliche Hand in jeder beliebigen Lage festzuhalten zu verwenden. In der Praxis findet man jedoch meist vier verschiedenen Vorrichtungen auf mehrere Gestelle vertheilt.

Fig. 22 zeigt ein hölzernes Filtrirgestell einfachster Art. Die Filtration ist eine der häufigsten chemischen Operationen und bezweckt die Trennung einer Flüssigkeit von den in ihr schwebenden festen Körpertheilchen. Es geschieht dies, indem man die

ein sogenanntes Filter gießt, ein konisch gefal-
s Fließpapier, das in einen Glastrichter paßt und
dessen Spitze die durchgeseihte, oder wie man sagt
trirte Flüssigkeit vollkommen klar abtropft. Auf
i Filter verbleiben die festen Theile, entweder als
thloser Rückstand, oder dieselben bilden die Haupt-
e, wie z. B. in chemischen Analysen, wenn Stoffe
Niederschläge ausgeschieden worden sind und als-
m gesammelt und genau gewogen werden sollen.
diesem Falle muß der auf dem Filter befindliche
ckstand vor dem Trocknen sorgfältig ausgewaschen
den. Dies geschieht durch öfteres Aufgießen von
iem Wasser, und hierzu findet meist die Spritz-
sche Verwendung. Dieselbe hat entweder wie Fig.
die Einrichtung des aus der Physik bekannten
ronballs und besteht aus einer kleinen, mit Wasser
b gefüllten Flasche, in welche eine Glasröhre ein-
aßt ist, durch die in angegebener Haltung stark Luft
geblasen wird. Sobald dies aufhört, treibt die
erhalb verdichtete Luft einen kräftigen Wasserstrahl
s dem Spritzrohr. Bequemer ist jedoch die in Fig.
abgebildete Spritzflasche, deren Spritzröhre unter
sser bis fast zum Boden reicht, während die Luft
ch ein zweites kurzes Mundstück, eingeblasen wird
o den Wasserstrahl heraustreibt. Damit man er-
derlichenfalls auch siedendes Wasser verwenden kann,
eine aus Draht gefertigte Handhabe angebracht.

4. Destillirapparate.

Von den Destillirapparaten, diesem Haupt-
muck und Wunderwerk der alten Laboratorien, ist
den modernen nur weniges zu sehen. Alle Arbei-
t, die massenhafte Destillationen erfordern, werden
r betreffenden Industrie überlassen, wie dies später
zeigt wird. Die einfachste Destillirvorrichtung besteht
s der Retorte, die in der bereits beschriebenen Sand-
pelle, Taf. 2, Fig. 12, sitzt und ihren Hals in den des
rliegenden Kolbens einführt, der bestimmt ist, das
oduct der Destillation, Destillat genannt, aufzu-
hmen. Ein solcher Apparat ist jedoch nur verwend-
r bei Flüssigkeiten, die, wie z. B. Salpetersäure
er Schwefelsäure, eine geringe Flüchtigkeit besitzen,
daß es zur Verdichtung ihrer Dämpfe genügt, den
lben in eine Schüssel mit öfter erneuertem Wasser
er Schnee zu legen.

Handelt es sich aber darum, sehr flüchtige Flüssig-
iten, wozu wir Weingeist und Aether rechnen, der De-
llation zu unterwerfen, so bedient man sich des Liebig'-
jen Destillirapparats, Fig. 23. Die Retorte
sitzt auf einem Ofen, mit aufwärts gerichtetem Halse,
is welchem daher nur Dampf durch ein Verbindungs-
ick i in eine ziemlich lange und weite Glasröhre a a
itweichen kann. Dieselbe dient als Condensator,
h. zur Verdichtung des Dampfes zu Flüssigkeit,
ıb ist zu diesem Zweck vermittels zweier Korke in
n weiteres Blechrohr eingefügt, in welches aus einem
ehälter durch ein Zuleitungsrohr e beständig kaltes
Wasser einfließt, während das warm gewordene durch f ab-
eßt. Das Destillat gelangt durch den Schnabel b' in
is zur Aufnahme dienende kleine Kölbchen. Dieser aus-
zeichnete Apparat gestattet bei jeder Temperatur die
estillation selbst der flüchtigsten Stoffe ohne jeden Verlust.

5. Analytische Apparate.

Wir verlassen nunmehr das Gebiet der allgemein
rwendbaren chemischen Apparate, um unsere Betrach-
ngen einigen andern zuzuwenden, die in ganz be-
ndern Fällen der chemischen Analyse Anwendung
nden und die gewählt worden sind, um einen Ein-
lick in die mancherlei Combinationen zu gestatten,
welche durch die verschiedenen Eigenschaften der Körper
hervorgerufen werden, deren Menge einer genauen Er-
mittelung unterworfen werden soll.

Da sehen wir zuerst auf Taf. 2, Fig. 19 einen Apparat
zur Bestimmung von Kohlensäure, ein Meisterstück der
Glasbläserkunst. Beispielsweise soll aufs genaueste
ermittelt werden, wie viel Kohlensäure in einer abge-
wogenen Menge von doppeltkohlensaurem Na-
tron enthalten ist. Man bringt dieses in den kleinen
Kolben A und fügt etwas Wasser hinzu, worin es
sich auflöst. Der mit verdünnter Salpetersäure ge-
füllte Einsatz C paßt luftdicht in die Oeffnung a des
Kolbens; nachdem er in dieselbe eingefügt worden ist,
füllt man den Schenkel B zur Hälfte mit Schwefel-
säure und verschließt die Röhre b oben mit etwas
Wachs. Die ganze Vorrichtung wird nunmehr gewo-
gen, worauf man die Röhre b durch den Kork i ein
wenig in die Höhe dreht, sodaß die Spitze des Einsatzes
bei c geöffnet wird und Salpetersäure in den Kolben
fließt. Hierdurch wird das kohlensaure Natron zer-
setzt; die Kohlensäure wird frei und nimmt, der ge-
krümmten Röhre h folgend, den Weg durch die in B
befindliche Schwefelsäure, die ihr alle Feuchtigkeit ent-
zieht, und entweicht endlich aus d. Durch Kochen des
Kolbeninhalts sowie durch Saugen bei d, nachdem
man das Wachs von der Mündung der Röhre b hin-
weggenommen hat, wird alle Kohlensäure aus dem
Apparat entfernt, der nunmehr wieder gewogen wird.
Die Abnahme seines Gewichts entspricht dem Gewicht
der entwichenen Kohlensäure.

Eine der schwierigsten Aufgaben ist unter Umstän-
den die genaue quantitative Bestimmung der Sal-
petersäure. Wir versuchen eine für diesen Zweck
zwar verwickelte Methode zu beschreiben, die sich aber
unter andern bei der Untersuchung des Salpeter-
gehalts im Tabak bewährt hat. Dieselbe beruht auf
dem Princip, daß Salpetersäure beim Erhitzen mit
Eisenchlorür in Stickoxydgas verwandelt und daß let-
zteres, mit Sauerstoff zusammengebracht, wieder in
Salpetersäure zurückgeführt wird. Zur Ausführung
der Operation bringt man das gelöste salpetersaure
Salz in den Ballon A, Fig. 21, der durch ein Kau-
tschukrohr mit einer Glasröhre b b, hier punktirt, ver-
bunden ist, an deren Ende wieder eine Kautschukröhre
c c befestigt ist. Nachdem durch Kochen des Inhalts
von A alle Luft ausgetrieben ist, taucht man c in
eine Lösung von Eisenchlorür in Salzsäure, worauf
diese in den Ballon steigt. Man verschließt das
Kautschukrohr c mit einer Klemme von Eisendraht und
führt es in der mit Quecksilber gefüllten Wanne unter
die kleine, ebenfalls mit Quecksilber gefüllte Glas-
glocke B. Man setzt jetzt die Lampe wieder unter A
und bewirkt hierdurch die Zersetzung der Salpetersäure
in Stickoxydgas, nach deren Vollendung die Klemme
am Ende der Kautschukröhre c geöffnet und das Stick-
oxydgas in die Glocke B geleitet wird. Ein wenig
Kalkmilch, die man in dieselbe steigen läßt, dient, um
etwa beigemengte saure Dämpfe zu entfernen. Es
handelt sich nunmehr darum, das Gas in den Ballon
C überzuführen; derselbe enthält etwas Wasser, wel-
ches man längere Zeit kochen läßt, damit alle Luft
ausgetrieben wird, worauf man das Ende der Kautschuk-
röhre f über die dünne Spitze der Glocke B zieht und
nachher die Spitze abbricht. Sofort steigt das Stick-
oxydgas in den luftleeren Ballon C. Die große Glocke
D enthält Sauerstoff, der nach C hinübertritt, sobald
die Kautschukröhre f an h gefügt und der Hahn r
geöffnet wird. In Berührung mit Sauerstoff wird
das Stickoxyd in Salpetersäure verwandelt, die in
Wasser gelöst im Ballon C sich befindet und deren

Menge man aus dem Verbrauch einer ganz verdünnten Natronlauge von bekanntem Gehalt findet, die zur Sättigung erforderlich ist.

Eine analytische Methode ganz besonderer Art ist die Maßanalyse oder Titrirmethode. Sie bezweckt hauptsächlich, auf eine leichte und rasche Weise den Gehalt einer Flüssigkeit an der in ihr gelösten Substanz zu ermitteln, insbesondere in der chemischen Technik, wo Fälle derart häufig vorkommen. Als Beispiel führen wir eine Seifensiederei an, wo täglich die Frage nach dem Natron- oder Kaligehalt einer Lauge sich einstellt, oder eine Münze, wo es sich ebenso oft darum handelt, den Silbergehalt des ein- und ausgehenden Silbers genau zu bestimmen. Wählen wir den letztern Fall als Beispiel zur Beschreibung der Methode. Alles im Verkehr befindliche Silber ist eine Legirung von Kupfer und Silber; der Gehalt an letzterm bestimmt seinen Werth. Eine genau abgewogene Probe des zu untersuchenden Silbers wird in reiner Salpetersäure aufgelöst; die entstandene Lösung enthält salpetersaures Silberoxyd und salpetersaures Kupferoxyd, welch letzteres ihr eine blaue Färbung ertheilt. Wird zu dieser Flüssigkeit eine Auflösung von Chlornatrium (Kochsalz) gebracht, so entsteht eine unlösliche Verbindung von Chlor mit Silber, Chlorsilber genannt, welche sich außerordentlich rasch in Gestalt von weißen Flocken abscheidet, wenn die Flüssigkeit stark geschüttelt wird. Fährt man mit dem Zusatz von Chlornatrium fort, so gelingt es bald, alles Silber auszuscheiden, während sämmtliches Kupfer gelöst bleibt. Man sieht ein, daß hierzu um so mehr Chlornatriumlösung verbraucht wird, je mehr Silber vorhanden war. Aus dem Gesetz der chemischen Verbindungsverhältnisse hat man berechnet, daß eine Lösung von 0,5416 Gramm Chlornatrium in 100 Kubikcentimeter Wasser genau 1 Gramm Silber niederschlägt. Man nennt diesen Gehalt der Salzlösung ihren Titer. Verbraucht man beispielsweise von dieser titrirten Flüssigkeit zum Ausfällen des Silbers aus obiger Probe 85 Kubikcentimeter, so enthielt dieselbe 0,85 Gramm Silber, was dem Silbergehalt eines süddeutschen Sechsers entspricht.

Da es leicht ist, eine solche titrirte Kochsalzlösung in Menge vorräthig zu halten, so bedarf es, um nach dieser Methode eine Silbergehaltsbestimmung vorzunehmen, nur der einzigen Abwägung der genommenen Probe. Wollte man dagegen das ausgeschiedene Chlorsilber wägen und daraus den Silbergehalt erfahren, so müßte dasselbe vorher auf einem Filter gesammelt, auf das sorgfältigste ausgewaschen und getrocknet werden, Operationen, die nicht nur sehr zeitraubend sind, sondern auch die Möglichkeit dabei vorkommender Fehler vermehren.

Auf Taf. 3 begegnen wir nun den einfachen Apparaten, die bei der Maßanalyse verwendet werden und welche bezwecken, die titrirte Flüssigkeit höchst genau, in beliebig kleinen Portionen, selbst Tropfen für Tropfen, der Probe zugeben zu können. Fig. 1 ist eine Pipette von 10 Kubikcentimeter Inhalt; sie wird durch Eintauchen in die titrirte Flüssigkeit gefüllt, hierauf ihre obere Oeffnung mit dem Zeigefinger verschlossen, durch dessen Lüften und Andrücken man nachher das Ausfließen des Inhalts regulirt. Am bequemsten sind die Fig. 2 abgebildeten, mit Sperrhahn versehenen Titrirröhren nach Mohr. Am untern Ende befindet sich ein durch eine Klemme von elastischem Messingdraht geschlossenes Kautschukrohr. Drückt man die beiden Knöpfe derselben gegeneinander, so öffnet sich die Sperrung, und die Flüssigkeit fließt ab; beim Nachlaß des Drucks schließt sie sich wieder. Durch diese Vorrichtung ist die Bürette von Gay-Lussac, Fig. 3, fast gänzlich verdrängt worden; sie heißt auch Tropfglas, weil beim Neigen derselben die darin enthaltene Flüssigkeit nur tropfenweise ausfließt. Wie die Abbildungen andeuten, sind diese Röhren auf das sorgfältigste graduirt oder eingetheilt in Kubikcentimeter und Zehntel derselben, so daß selbst sehr kleine Mengen der verbrauchten Flüssigkeit abgelesen und z. B. bei Silberproben ein Milligramm genau bestimmt und $^1/_2$ Milligramm noch sicher abgeschätzt werden kann.

Epochemachend für die Entwickelung der organischen Chemie war die Ausbildung der organischen Analyse durch Liebig in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts. Die Verbindungen der unorganischen Chemie bestehen in der Regel aus zwei bis drei, letztere aus vier bis sechs Elementen. Während jene an denselben sämmtliche 63 Elemente sich betheiligen und hierdurch ihre verschiedenen Eigenschaften leicht erklärlich erscheinen, sind die zahlreichen organischen Stoffe meist nur aus dreierlei Elementen zusammengesetzt, nämlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff. Eine geringe Zahl derselben enthält noch als vierten Bestandtheil Stickstoff. In der That bilden die drei erstgenannten Elemente den Zucker, den Traubengeist, die Citronensäure, das Stearin — Körper von den widersprechendsten Eigenschaften. Diese Verschiedenheit kann daher nicht in der Qualität, sondern nur in der relativen Quantität ihrer Elemente beruhen. Die Bestimmung dieser Gewichtsmengen bot nun große Schwierigkeit. Man kann nicht z. B. eine abgewogene Menge von Zucker in Wasser auflösen und nunmehr den Kohlenstoff oder ein anderes seiner Elemente als unlöslichen Niederschlag ausscheiden, wie dies oben mit dem Silber geschehen ist. Mit Ausnahme des Stickstoffs läßt sich aus den organischen Verbindungen keins ihrer Elemente direct und für sich trennen. Die Analyse mußte daher einen andern Weg auffuchen, und dieser war dadurch vorgezeichnet, daß diese Stoffe sämmtlich und vollständig verbrennbar sind und in diesem Falle Kohlensäure und Wasser liefern. Die Aufgabe war, diese Producte genau aufzusammeln, und dieselbe ist durch die Methode, welche wir mit Hülfe der Abbildungen auf Taf. 3 beschreiben wollen, vollständig gelöst.

Als Beispiel nehmen wir an, daß ermittelt werden soll: aus wie viel Gewichtstheilen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine abgewogene Menge reinen Zuckers besteht. Hierzu sind 0,5 Gramm desselben genügend. Es ist unmöglich, diesen Zucker in reiner Luft oder in Sauerstoff vollständig zu verbrennen und die entstandenen Producte aufzusammeln. Wenn man aber den Zucker fein zerreibt und mit recht viel Kupferoxyd vermischt in einer langen Glasröhre AA, Fig. 4, der Glühhitze aussetzt, so gibt das Kupferoxyd seinen Sauerstoff ab, der Zucker verbrennt vollständig, und Wasser und Kohlensäure, welche aus dem offenen andern Ende der sogenannten Verbrennungsröhre entweichen. An dieses ist die gewogene Chlorcalciumröhre (Fig. 7) luftdicht angefügt; sie ist gefüllt mit kleinen Stücken von Chlorcalcium, einem Körper, der jede Spur des hindurchstreichenden Wasserdampfes auffaugt und festhält, dagegen die Kohlensäure passiren läßt. Diese tritt in den gewogenen Kaliapparat, Fig. 4, der aus einem System kleiner Kugeln besteht und zum Theil gefüllt ist mit Kalilauge, von der die Kohlensäure vollständig absorbirt wird. Sobald die Verbrennung vollendet ist, bricht man die am hintern Ende der Verbrennungsröhre befindliche Spitze ab, sodaß Luft eintreten

ämmtliche im Apparat noch vorhandene Kohlensäure owie den Wasserdampf verdrängen kann. Die Appaate werden nunmehr abgenommen und gewogen; aus hrer Gewichtszunahme erfahren wir die Mengen des us dem Zucker entstandenen Wassers und der Kohlenäure, und da die Zusammensetzung dieser Verbinungen bekannt ist (100 Wasser = 12 Wasserstoff + 8 Sauerstoff; 100 Kohlensäure = 27 Kohlenstoff + 3 Sauerstoff), so läßt sich leicht berechnen, wie viel ohlenstoff und Wasserstoff der Zucker enthält. Zieht an die Summe der Gewichte dieser beiden Elemente b von dem Gewicht des zur Analyse verwendeten uckers (0,5 Gramm), so ergibt sich das Gewicht des demselben enthaltenen dritten Elements, des Sauerffs. Auf diese Weise ist ermittelt worden, daß der ucker besteht aus

42	Procenten	Kohlenstoff
6,5	»	Wasserstoff
51,5	»	Sauerstoff
100,0	Gewichtstheile	Zucker.

Wir sehen in Fig. 5 die Aufstellung des Apparats ür die organische Analyse, dessen man sich bedient, enn die Verbrennungsröhre a durch Holzkohlen erzt wird; dieselbe liegt alsdann in einem rostartigen fen und wird mit glühenden Kohlen umgeben. In euerer Zeit geschieht die Verbrennung meist vermitels der Gasflamme, Fig. 6. Eine Reihe von Brenern befindet sich unter der Verbrennungsröhre, sodaß mit Anzündung der vordern begonnen und allmählich ach der Spitze zu fortgeschritten werden kann.

Wenn eine organische Verbindung außer den bengenannten drei Elementen noch Stickstoff enthält, as z. B. bei den bekannten wichtigen Arzneistoffen, ei dem Chinin und Morphin, der Fall ist, so gehieht die Verbrennung derselben der Hauptsache nach, ie oben beschrieben worden ist; nur wird ein längees Verbrennungsrohr genommen und in dessen vorern Theil eine Spirale von blankem Kupferdraht elegt. In diesem Falle entweicht der Stickstoff, währnd Wasser und Kohlensäure aufgenommen und gewogen werden.

Zur Bestimmung des Stickstoffs wird eine andere ortion desselben Stoffs verwendet und dabei Gerauch gemacht von der Erfahrung, daß aller Stickoff einer organischen Verbindung in gasförmiges mmoniak (= 3 Wasserstoff + 14 Stickstoff), bergeführt wird, wenn man dieselbe mit ätzem Kalk, Kali oder Natron der Glühhitze aussetzt. an wiegt daher eine kleine Menge des stickstoffhalgen Körpers ab, vermischt ihn mit einem Gemenge n Aetzkalk und Aetznatron und füllt damit eine Verennungsröhre d, welche in dem Ofen Fig. 8 erhitzt ird. Das entweichende Ammoniak tritt in einen ugelapparat a, der wässerige Chlorwasserstoffsäure thält, und verbindet sich mit dieser zu Chlorammoum (sogenanntem Salmiak). Nach Vollendung der peration wird der Kugelapparat abgenommen, sein nhalt in eine gewogene Porzellanschale entleert und rsichtig so lange eine Auflösung von Chlorplatin nzugefügt, als noch ein hellgelber Niederschlag entht. Letzterer heißt Platinsalmiak und ist eine erbindung von Chlorammonium mit Chlorplatin = 14 Stickstoff + 4 Wasserstoff + 106 Chlor + Platin). Man setzt nun die Porzellanschale auf Feuer; zuerst verdampft das vorhandene Wasser, r Niederschlag wird trocken und zersetzt sich endlich i gelinder Glühhitze vollständig, sodaß nur metallies Platin in der Porzellanschale zurückbleibt, dessen ewicht man durch abermalige Wägung derselben erbrt. Da man aus der oben angegebenen Zusammensetzung des Platinsalmiaks weiß, daß auf je 99 Gewichtstheile Platin 14 Gewichtstheile Stickstoff kommen, so läßt sich aus dem gefundenen Gewicht des Platins leicht berechnen, wie viel Stickstoff ursprünglich in der analysirten organischen Verbindung gewesen ist. Man berechnet nunmehr aus den beiden ausgeführten Analysen den Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff auf Procente, und das, was an 100 fehlt, ist gleich dem Gewicht des Sauerstoffgehalts der Verbindung. Als Ergebniß dieser analytischen Arbeiten wissen wir, daß das Chinin folgende Zusammensetzung hat:

74,4	Procente	Kohlenstoff
7,3	»	Wasserstoff
8,6	»	Sauerstoff
9,7	»	Stickstoff
100,0	Gewichtstheile	Chinin.

Den Schluß unserer Besprechung analytischer Apparate und Methoden bildet die Betrachtung der wichtigsten aller: der Wage und der Wägung. Indem wir hierbei auf Taf. 2, Fig. 20, hinweisen, befinden wir uns einem ebenso eleganten als brillanten Instrument gegenüber. Von seiner Wage spricht der Chemiker nur mit einer gewissen salbungsvollen Verehrung; er weist ihr ein besonderes, lediglich ihr geweihtes Wagzimmer an, und es ist der Ausdruck der höchsten Gunst, die der chemische Professor gewähren kann, wenn er einem seiner Adepten gestattet, der Wage zu nahen, der er sich selbst bedient.

Verschiedene Ursachen machen es nothwendig, bei der quantitativen Analyse nur mit geringen Mengen der zu untersuchenden Verbindungen zu operiren. Häufig ist deren mühsame Gewinnung, ihre Seltenheit und Kostbarkeit Grund genug, um damit sparsam zu verfahren. Allein auch bei Stoffen gewöhnlicher Art lassen sich die chemischen Operationen, wie Auswaschen, Trocknen, Glühen, Schmelzen, Verbrennen u. s. w., bei geringer Menge leichter und vollkommener bewerkstelligen, als wenn dieselbe nur unerheblich mehr beträgt. Das genaue Abwägen kleiner Gewichtsmengen erfordert aber Wagen von höchster Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit, und die Anstrengungen der Mechaniker sind darauf gerichtet, diesen wichtigen Instrumenten den höchsten Grad der Vollkommenheit zu verleihen. Man verlangt in der That, daß ein solches bei einer Belastung von 500 Grammen (= 0,5 Kilo) noch einen deutlichen Ausschlag gibt bei Auflegung von ein viertel Milligramm, d. i. $^1/_{2000000}$ Kilo!

Die Mechanik belehrt uns, daß eine Wage um so empfindlicher ist, je länger die Arme des Wagbalkens sind, je leichter derselbe ist und je näher sein Schwerpunkt unter dem Aufhängepunkt liegt. In der Praxis sind hierin jedoch gewisse Grenzen geboten; werden z. B. die Arme sehr verlängert, so müssen sie entsprechend verstärkt werden, damit sie sich nicht biegen.

Unsere Abbildung zeigt eine aus dem Atelier des Mechanikers Bornhardt in Braunschweig hervorgegangene prämiirte Wage von erwähnter Leistungsfähigkeit, zum Preise von 100 Thlrn. In einem Mahagonikasten mit Glaswänden befindet sich eine Marmorplatte. Auf derselben erhebt sich ein hohler Messingcylinder, in welchem die Tragsäule des Wagbalkens auf- und abgeschoben werden kann, durch Umdrehung des außerhalb des Glaskastens befindlichen Schraubenkopfs. Der Wagbalken ist durchbrochen und hat in der Mitte ein Stahlschneide, welche sich auf eine Carneolplatte aufsetzt; ebenso befinden sich Stahlschneiden an seinen beiden Enden, auf welche die Schalengehänge mit Carneolplatten sich aufsetzen. Zur Schonung der Schneiden werden dieselben bei Ver-

schiebung der Tragsäule durch eine gabelförmige Vorrichtung von ihren Unterlagen abgehoben und nur bei jedesmaligem Gebrauch der Wage auf dieselben herabgelassen. Zwei weitere Vorrichtungen beiderseits tragen mit dazu bei, daß die drei Schneiden stets in gleicher Lage sich auffetzen. Der Wagbalken ist eingetheilt, und es kann ein aufgesetztes Centigrammhäkchen vermittels eines rechts durch die Glaswand gehenden Stabes verschoben werden.

Die mit der Wage vorzunehmenden Gewichtsbestimmungen geschehen immer durch die Methode der doppelten Wägung. Der zu wiegende Gegenstand, z. B. ein Kaliapparat, wird auf eine der Wagschalen gelegt oder an einem Häkchen aufgehängt, und auf der andern Wagschale Gewicht bis zur Herstellung des Gleichgewichts aufgelegt; der Apparat wird alsdann hinweggenommen und statt dessen auf die leere Schale Gewicht gelegt, bis wieder Gleichgewicht stattfindet. Sobald man letzterm nahe gekommen ist, wird die Glasthür der Wage geschlossen, um jede Störung durch Wärme und Luftzug entfernt zu halten und die letzte Ausgleichung durch Verschiebung des Centigrammhäkchens auf dem Wagbalken von außen bewerkstelligt.

Die Elemente und ihre Verbindungen.

Elemente, Urstoffe, Grundstoffe oder einfache Körper nennt man solche Körper, die sich nicht in verschiedene Stoffe zerlegen noch aus solchen zusammensetzen lassen. Man kennt deren 63, und da erst in den letzten Jahren einige Elemente entdeckt worden sind, so liegt die Möglichkeit nahe, daß ihre Zahl durch spätere Entdeckungen sich noch vermehren werde. Wir besitzen keine absolute Gewißheit dafür, daß die heute als Elemente geltenden Stoffe wirklich unzerlegbar sind; vorerst scheint jedoch keine Aussicht eröffnet, die ihre weitere Zerlegung verspricht.

Die Elemente besitzen eine sehr ungleiche Bedeutung schon deshalb, weil viele derselben, wenigstens in dem uns zugänglichen Bereich der Erde, sehr selten vorkommen. Einige dagegen, wie Sauerstoff, Aluminium, Silicium und Calcium, sind in solcher Masse vorhanden, daß sie zusammen drei Viertel der bekannten Erdrinde ausmachen.

Man theilt die Elemente ein in Metalloide oder Nichtmetalle und in Metalle; letztere unterscheiden sich wieder in leichte und in schwerere Metalle.

Aus der Vereinigung von zwei oder mehr Elementen entstehen die chemischen Verbindungen; es gibt nur wenige Verbindungen, welche mehr als vier Elemente enthalten. Das wichtigste Grundgesetz der neuen Chemie beruht auf der durch die Analyse gewonnenen Erfahrung und lautet: die Elemente verbinden sich untereinander in bestimmten, veränderlichen Gewichtsverhältnissen.

Die Zahl, welche für jedes Element dieses Gewichtsverhältniß bezeichnet, nennt man das Atomgewicht des Elements. Jedes Element hat als bequeme Kürzung seines Namens ein chemisches Zeichen beizuhalten, bestehend aus dem Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens, und bei gleichen Anfangsbuchstaben mit Beifügung eines weitern kleinen Buchstabens. In der nachfolgenden Uebersicht der Elemente sind die 35 wichtigern durch stärkere Schrift ausgezeichnet.

I. Metalloïde.			II. Metalle.					
	Zeichen	Atom-Gewichte	Leichte:	Zeichen	Atom-Gewichte	Schwere:	Zeichen	Atom-Gewichte
Sauerstoff	O.	16	**Kalium**	K.	39	**Eisen**	Fe.	56
Wasserstoff	H.	1	**Natrium**	Na.	23	**Mangan**	Mn.	55
Stickstoff	N.	14	**Lithium**	Li.	7	**Chrom**	Cr.	52
Schwefel	S.	32	**Cäsium**	Cs.	133	**Kobalt**	Co.	59
Selen	Se.	79	**Rubidium**	Rb.	85	**Nickel**	Ni	59
Tellur	Te.	128	**Barium**	Ba.	137	**Zink**	Zn.	65
Chlor	Cl.	35	**Strontium**	Sr.	87	**Kadmium**	Cd.	112
Brom	Br.	80	**Calcium**	Ca.	40	**Indium**	In.	113
Jod	J.	127	**Magnesium**	Mg.	24	**Kupfer**	Cu.	63
Fluor	Fl.	19	**Aluminium**	Al.	27	**Blei**	Pb.	207
Phosphor	P.	31	**Beryllium**	Be.	9	**Thallium**	Tl.	204
Arsen	As.	75	**Zirkonium**	Zr.	89	**Zinn**	Sn.	118
Kohlenstoff	C.	12	**Thorium**	Th.	231	**Titan**	Ti.	50
Bor	B.	11	**Cerium**	Ce.	92	**Tantal**	Ta.	182
Silicium	Si.	28	**Lanthan**	La.	92	**Niobium**	Nb.	94
			Didym	Di.	95	**Wismuth**	Bi.	210
			Yttrium	Y	61	**Antimon**	Sb.	122
			Erbium	Er.	112	**Banadin**	V.	51
						Uran	U.	120
						Wolfram	W.	184
						Molybdän	Mo.	92
						Quecksilber	Hg.	200
						Silber	Ag.	108
						Gold	Au.	197
						Platin	Pt.	198
						Palladium	Pd.	106
						Iridium	Ir.	198
						Osmium	Os	199
						Rhodium	Rh.	104
						Ruthenium	Ru.	104

Die vorstehenden Zahlen drücken die Gewichte der kleinsten Theilchen der Elemente aus, welche man Atome genannt hat und die für sich allein nicht vorkommen, sondern paarweise gruppirt. Eine derartige Atomgruppe heißt ein Molekül. Die Moleküle eines Elements enthalten nur einerlei Elemente, während das Molecule einer chemischen Verbindung aus zwei oder mehr verschiedenen Atomen zusammengesetzt ist.

Die chemischen Zeichen bedeuten nicht nur den Namen eines Elements, sondern auch 1 Atom desselben. Folglich ist

H = 1 Atom oder = 1 Gewichtstheil Wasserstoff;
HH = 1 Molekül oder = 2 Gewichtstheilen Wasserstoff;
Cl = 1 Atom oder = 35 Gewichtstheilen Chlor;
ClCl = 1 Molekül oder = 70 Gewichtstheilen Chlor.

Die Molekülargewichte der Elemente sind demnach doppelt so groß als ihre Atomgewichte.

Wenn Moleküle der Elemente sich miteinander chemisch verbinden, so vertauschen die Atome derselben ihren Platz. Chlor und Wasserstoff verbinden sich

nennen sie Chlorwasserstoff oder Salzsäure-
[illegible] Diese Vorgänge finden in folgender Weise statt:
[illegible] Schwefel = S H ξ = H Cl ξ = 1 Molecül
[illegible] Chlor = Cl Cl ξ = Cl H ξ = Chlorwasserstoff.
Die Molecülargewichte einer chemischen Verbindung ist
gleich der Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile.

1 Atom Wasserstoff H = 1 und
1 Atom Chlor Cl = 35 verbinden sich
1 Molecül Chlorwasserstoff Cl H = 36.

Außer dem experimentellen Beweis für
[illegible] noch eine weitere Controle macht man in
[illegible] oder Salzen versuchen kann. Sie
[illegible] daß ein gewisses Gewicht 1 Atom
[illegible] vertreten kann, wie das bei dem besprochenen
[illegible] Salzsäure Cl H der Fall ist. Solche Ele-
[illegible] werden als einwerthige bezeichnet. Ein
[illegible] Atom binden dagegen zwei einwer-
[illegible] Atome Wasserstoff, wie dem
[illegible] Atom mit 2 Atomen Wasserstoff zu Wasser,
[illegible] H_2O, verbindet. Chlorwasser verbindet sich
[illegible] mit drei, vier und mehrwerthigen Atomen.
Zum Verständniß der chemischen Zeichen
[illegible] die chemische Formeln enthalten, die ange-
[illegible] muß man wissen, wie viel Atome verschiede-
[illegible] Elemente das Molecül einer chemischen Verbin-
[illegible] dung besitzt. Sind von einem Elemente mehrere
[illegible] Atome vorhanden, so bezeichnet man die Anzahl durch
[illegible] eine kleine angehängte Ziffer. So den früheren
[illegible] bereits der Formeln des Chlorwasserstoffs = Cl
[illegible] des Wassers = H_2O (ferner von noch NH_3 = Ammoniak; CH_4 = Sumpfgas; H_2SO_4 =
[illegible] Schwefelsäure; KNO_3 = Salpeter; C_2H_6O =
[illegible] Alkohol.

Die einem aus der Formel H_2SO_4, daß in 1 Mo-
lecül Schwefelsäure 7 Atome vereinigt sind, nämlich
[illegible] Atome Wasserstoff, 1 Atom Schwefel und 4 Atome
[illegible] Diese Gründe der 2 Atomen Wasserstoff,
[illegible] Atomen Sauerstoff und 1 Atom Sauerstoff bilden,
[illegible] Molecül verbinden, 1 Molecül Wasser.

Neben den Säuren und Basen, wie die verschiedenen
[illegible] Salze entstehen, die theils angenehm oder gesalzen sind,
[illegible] verschiedene Anwendung finden, die sich in den Formeln
[illegible] Ausdruck der Zeichen ausdrücken lassen. Die
[illegible] Erklärung solcher Betrachtungen gehört der theoreti-
[illegible] schen und speculativen Chemie an. Schließlich ist
[illegible] noch zu bemerken, daß die Moleküle, selbst wenn sie aus
[illegible] den kleinsten Atomen bestehen, immer noch bedeutend kleine, und
[illegible] nicht genommen werden können, noch dem be-
[illegible] stimmten Auge sichtbare Körpertheilchen sind. Wenn
[illegible] Moleküle fest zusammenhängen, so ist der Körper,
[illegible] er heißen, ein fester; bei den flüssigen Körpern ist
[illegible] Zusammenhang geringer, und die luftförmigen
[illegible] Körper, die Gase und Dämpfe, sind solche, deren
[illegible] Moleküle gänzlich getrennt in gleichen Abständen von-
[illegible] einander sich befinden, sodaß gleiche Raumtheile der-
selben eine gleiche Anzahl von Molekülen enthalten.

Aus der unorganischen Chemie.

(Tafel 3 bis 7.)

In dem Nachfolgenden geben wir eine kurze Charakteristik einiger der wichtigern Elemente und ihrer Verbindungen. Hierbei ist Gelegenheit geboten zur Beschreibung einer Reihe von interessanten Apparaten und Methoden, insbesondere aber zu einer ausführlichern Behandlung derjenigen chemischen Producte, die Gegenstand der chemischen Technik in größerm Maßstabe sind.

1. Sauerstoff.

Der Sauerstoff (Oxygenium, O = 16) ist ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft, die ein Gemenge von 1 Volumen Sauerstoff mit 4 Volumen Stickstoff ist; er ist ferner, chemisch gebunden, der Hauptbestandtheil des Wassers, der meisten Mineralien, Pflanzen- und Thierstoffe, und man trifft keine Gesteinsmasse auf der Oberfläche der Erdrinde. In reinem Zustande gewinnt man den Sauerstoff durch Erhitzen gewisser Verbindungen desselben, wie z. B. des Braunsteins oder Mangan-Superoxyds, MnO_2. Am einfachsten geschieht dies, wenn chlorsaures Kali, $KClO_3$, mit Stücken von einer Braunsteinkohle in einer Retorte erhitzt wird. Das sich aus der in Masse die entstandene Gas wird durch ein gebogenes Rohr unter einen mit Wasser gefüllten Cylinder geleitet und in diesem aufgefangen, wie Taf. 4, Fig. 1 zeigt. Es ist farb- und geruchlos, etwas schwerer als Luft. Vorzüglich ausgezeichnet ist der Sauerstoff durch sein Verhalten gegen brennbare Körper in denselben mit außerordentlicher Lebhaftigkeit verbrennen, wiederholte Kohle. Eisen und Schwefel unter der glänzendsten Lichterscheinung.

Der Sauerstoff ist als chemisches Agens von höchster Bedeutung, denn die meisten Processe, wie das Athmen, die Verbrennung, die Gährung und viele andere werden wesentlich bedingt durch ihn. Die aus seiner Verbindung mit andern Elementen entstehenden Verbindungen werden Oxyde genannt. Ein Theil derselben gewinnt für uns durch einen sauren Geschmack; es sind dies die Säuren, welche noch weiter charakterisirt sind durch ihr Vermögen, blaue Pflanzenfarben in Roth zu verwandeln. Mit den Metallen bildet der Sauerstoff die sogenannten Basen, deren Eigenschaften denen der Säuren entgegengesetzt sind, indem sie einen Lackmusfarbstoff bläuen und die rothe Pflanzenfarbe in Blau verwandeln.

2. Wasserstoff.

Der Wasserstoff (Hydrogenium, H = 1), kommt in freiem Zustande in der Natur nicht vor; er ist Bestandtheil des Wassers, der Pflanzen- und Thierstoffe und mancher Mineralien. Zur Gewinnung desselben wird stets das Wasser (H_2O) verwendet, dem man durch die Einwirkung eines Metalls den Sauerstoff entzieht. Hierzu läßt sich das Eisen verwenden, indem in einen Flintenlauf ein gewundener Eisendraht gebracht und derselbe (Taf. 4, Fig. 2) zum Glühen erhitzt wird. Das Eisenrohr steht einerseits mit einem kleinen Kolben in Verbindung, in welchem Wasser siedet, dessen Dampf beim Hindurchgehen über glühendes Eisen zerlegt wird; der Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen zu Eisenoxyd und der freigewordene Wasserstoff wird in einem Cylinder aufgefangen. Es ist jedoch bequemer, den Wasserstoff ohne Anwendung eines starken Kohlenfeuers darzustellen, und es geschieht dies sehr leicht, wenn man Zink mit verdünnter Schwefelsäure in dem Entwickelungsapparat (Taf. 3, Fig. 9) übergießt. Es entsteht schwefelsaures Zinkoxyd, während Wasserstoffgas entweicht. Dasselbe ist jedoch feucht, und wünscht man es trocken zu erhalten, so muß es, wie die Figur zeigt, durch eine mit Stücken von Chlorcalcium gefüllte Röhre geleitet werden, wodurch ihm der beigemengte Wasserdampf vollständig entzogen wird.

Der Wasserstoff ist ein farb- und geruchloses Gas, und vornehmlich ausgezeichnet durch sein geringes specifisches Gewicht, das vierzehnmal geringer ist als das der Luft. Der Wasserstoff ist daher der leichteste aller Körper. Um dies durch den Versuch zu veranschaulichen, läßt man aus einem mit Wasserstoffgas gefüllten Behälter B (Taf. 4, Fig. 7), dem sogenannten Gasometer, dieses Gas durch ein Chlorcalciumrohr streichen, um es von Wasserdampf zu befreien, der

sein Gewicht sehr vermehren würde; es gelangt alsdann in einen kleinen, auf die Oeffnung der gebogenen Röhre aufgesetzten Kautschukballon, der sich anfüllt und in die Luft erhebt, sobald man ihn losläßt. Man benutzte daher in früherer Zeit das Wasserstoffgas zum Füllen großer für Luftfahrten bestimmter Ballons. Gegenwärtig verwendet man hierzu das Leuchtgas, welches zwar beträchtlich schwerer ist als Wasserstoff, dessen Darstellung jedoch wohlfeiler und leichter ausführbar ist.

Der hier abgebildete Gasometer, dessen man sich häufig bei Experimenten mit Gasen bedient, besteht aus einem 50 Centimeter hohen Blechcylinder B, der durch zwei mit Hähnen versehene Röhren mit einem obern, offenen Behälter in Verbindung steht. B wird ganz mit Wasser gefüllt, alle Hähne geschlossen und nunmehr die unten links sichtbare Schraube aufgedreht und in die Oeffnung das Rohr eingeführt, aus welchem das Gas sich entwickelt. Indem es in B aufsteigt, fließt unten eine entsprechende Menge von Wasser aus. Sobald B nahezu gefüllt ist, was man an dem nebenbefindlichen Wasserstandrohr von Glas ersieht, wird die Schraube geschlossen und der obere Behälter mit Wasser gefüllt. Oeffnet man nun den Hahn rechts, dessen Rohr bis auf den Boden von B reicht, so übt das Wasser einen Druck auf das Gas aus und dieses entweicht, sobald oben der seitliche Hahn geöffnet wird.

Die zweite charakteristische Eigenschaft des Wasserstoffs ist seine Brennbarkeit. Nähert man dem aus einer Oeffnung ausströmenden Gas eine Flamme, so entzündet es sich und brennt mit einer schwach leuchtenden, aber sehr heißen Flamme. Es findet hierbei die Verbindung des Wasserstoffs mit Sauerstoff statt, deren Product das Wasser ist. Hält man in der That über eine Wasserstoffgasflamme eine Glasglocke, so verdichtet sich an deren Wand der entstandene Wasserdampf und man kann das herabrinnende Wasser auffammeln.

Zwei Volumen Wasserstoffgas erfordern zu ihrer vollkommenen Verbrennung ein Volumen Sauerstoffgas. Bringt man die genannten Gase in diesem Verhältniß zusammen und entzündet das Gemenge, so erfolgt eine heftige Explosion, weil der gebildete Wasserdampf durch die gleichzeitig entstehende große Hitze eine außerordentliche Ausdehnung erfährt. Dieses Gasgemenge, das den bezeichnenden Namen Knallgas erhalten hat, ist daher höchst gefährlich und alle Experimente mit Wasserstoff erfordern die größte Vorsicht, da schon ein wenig beigemengte Luft dasselbe explodirbar macht.

Nichtsdestoweniger kann man dieses Gasgemenge ohne Gefahr anzünden, wenn man sich des Knallgasbrenners (Fig. 6) bedient. Die Gase befinden sich getrennt in besondern Behältern unter gleichem Druck und stehen durch Kautschukschläuche mit dem Brenner in Verbindung; bei S tritt der Sauerstoff ein durch ein enges Rohr, welches umgeben ist von dem weitern Knierohr W, das den Wasserstoff zuführt. Beide Gase vermischen sich erst in dem Augenblick, wo sie die Oeffnung des Brenners verlassen, und erzeugen angezündet die Knallgasflamme von ungeheuerer Hitze. Man verwendet dieselbe zum Löthen und Schmelzen von Platin; ein Stückchen Kalk wird in dieser Flamme weißglühend und strahlt ein der Sonne ähnliches Licht aus, das unter dem Namen Drummond's Kalklicht in der Optik verwendet worden ist und jetzt meist durch das elektrische Licht ersetzt wird.

Einen andern Wasserstoff-Löthapparat zeigt uns Fig. 5 im Durchschnitt. Seine Einrichtung hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Gasometer. Der Apparat ist von Blei oder Kupfer gefertigt; sein unterer Theil enthält auf dem durchlöcherten Boden KL Stücke von Zink. Im obern Theile befindet sich verdünnte Schwefelsäure, die beim Oeffnen des Hahns f zum Zink tritt und die Entwicklung von Wasserstoffgas bewirkt, das durch das Rohr ba in das kleine Absperrgefäß B gelangt und seinen Ausweg bei C zum Löthrohr nimmt, wo ihm seitlich durch einen Blasbalg Luft zugeführt wird. Neuerdings hat man jedoch bei derartigen Vorrichtungen den Wasserstoff ersetzt durch gewöhnliches Leuchtgas.

Auf einer Combination der Eigenschaften des Platins und des Wasserstoffs beruht die Einrichtung des elegantesten aller Feuerzeuge, das von Döbereiner erfundene Platin-Feuerzeug (Fig. 4), das ebenso gut Wasserstoff-Feuerzeug genannt werden könnte. In der kleinen Messinglapsel f ist ein aus höchst fein zertheiltem Platin bestehendes sogenanntes Platinschwämmchen aufgestellt; dasselbe hat die merkwürdige Eigenschaft, aus der Luft Sauerstoff anzuziehen, ungefähr wie ein Schwamm Wasser aufsaugt und zurückhält. Beim Niederdrücken der Feder c öffnet sich ein Hahn, aus welchem Wasserstoff ausströmt; sobald derselbe auf den Platinschwamm trifft, beginnt eine Verbindung desselben mit Sauerstoff, wobei eine solche Entwickelung von Wärme stattfindet, daß der Platinschwamm glühend wird und das weiter ausströmende Gas entzündet. Dasselbe kommt aus einer kleinen Glasglocke, in welcher ein Stück Zink b aufgehängt ist. Der Cylinder cc enthält verdünnte Schwefelsäure, welche beim Oeffnen des Hahns in die Glocke eindringt und die Entwickelung von Wasserstoff bewirkt. Nach dem Schließen des Hahns verdrängt das Gas wieder die Schwefelsäure aus der Glocke. Leider kann man dieses sinnreiche Feuerzeug nicht in die Tasche stecken, und ist daher es fast ganz außer Gebrauch gekommen.

Den Beschluß der wissenschaftlichen, auf den Wasserstoff sich beziehenden Darstellungen macht (Fig. 7) ein Apparat zur Bildung von Wasser. Derselbe soll in der Weise vor sich gehen, daß er den genauesten Beweis liefert über Zusammensetzung des Wassers in Procenten von Sauerstoff und Wasserstoff. Zu diesem Zwecke wird aus Zink und verdünnter Schwefelsäure in der Flasche A Wasserstoffgas entwickelt und zunächst durch eine Flasche B geleitet, die mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt ist. Letztere besitzt das Vermögen, den Gasen beigemengten Wasserdampf zu entziehen. Um jedoch jede Spur des letztern aus dem Wasserstoffgas zu entfernen, passirt dieses noch ein System von Uförmigen Absorptionsröhren C, D, E, die Stückchen von Bimsstein enthalten, welche mit Schwefelsäure befeuchtet sind, sodaß das Gas absolut trocken in den kleinen Kolben F gelangt, der Kupferoxyd enthält und sorgfältig gewogen worden ist. Wenn man nun vermittels einer Lampe das Kupferoxyd erhitzt, so verbindet sich der in ihm enthaltene Sauerstoff mit dem durchpassirenden Wasserstoff und bildet damit Wasser, welches sich theils in flüssiger Form in dem Ballon G ansammelt, theils in Dampfform von der Absorptionsröhre H aufgenommen wird. Da auch G und H vor dem Versuch gewogen worden waren, so ergibt sich aus der Zunahme ihres Gewichts die Menge des gebildeten Wassers; aus der Gewichtsabnahme des Kolbens F findet man die Menge des in diesem Wasser enthaltenen Sauerstoffs; letztere von ersterm abgezogen ergibt den zur Bildung des Wassers verwendeten Wasserstoff. Auf diese Weise hat man gefunden, daß das Wasser zusammengesetzt ist, wie folgt:

88,8	Proc. Sauerstoff
11,2	Proc. Wasserstoff
100,0	Wasser.

Von der wissenschaftlichen Betrachtung des Wassers bergehend zu dessen technischer Verwendung, bedarf s keines Nachweises für die Wichtigkeit dieses allgeeinen Lebensbedürfnisses. Dem Chemiker insbesondere istet es als Lösungsmittel für die meisten Körper nschätzbare Dienste. Ueberall, wo Menschen ihren Wohnsitz aufzuschlagen gedenken, bildet das Vorhandenin von Wasser die erste Frage, und da, wo die Natur icht freiwillig diesen Lebensquell hervorsprudeln läßt, erden weder Mühe noch Kosten gescheut, sei es Wasser herzuleiten aus weiter Ferne oder es zu erohren aus unzugänglicher Tiefe.

Letzteres ist der Fall bei dem Artesischen Brunen, zu dessen Erbohrung die Fig. 8—12 verzeichneten Geräthe verwendet werden. Man nimmt n, daß dieser Name herrühre von der Grafschaft rtois, wo die ersten Brunnen der Art hergestellt orden seien. Allein es ist sicher, daß bereits den ten Aegyptern sowie den Chinesen das Verfahren, uch Bohrung Quellen zu fördern, bekannt war. Meist t die Ansicht verbreitet, daß sich überall artesische runnen erbohren ließen, wenn es nur gelinge, hinichend tief in die Erdrinde einzudringen. Die vorgegenden Erfahrungen weisen jedoch darauf hin, daß ie Mehrzahl der vorhandenen Brunnen dieser Art n denjenigen Erdschichten sich befindet, welche geologisch ls Uebergangsgebirge oder secundäre Formationen ezeichnet werden; nächst diesen hat man auch in euern oder tertiären Bildungen Quellen erbohrt, ährend es geradezu als Zufall gilt, wenn in zerlüftetem Massengestein, wie Granit, Wasser erreicht ird.

Der zur Bohrarbeit verwendete Erdbohrer ist in schwerer Meißel mit gerader Schneide (Fig. 10), der mit Sförmiger (Fig. 9), seltener rund und gezahnt Fig. 11). Vermittels einer Schraube ist er an dem Gestänge befestigt, das aus 6 — 7 Meter langen und is 6 Centimenter dicken eisernen Stangen besteht, eren mit zunehmender Tiefe immer neue aneinandereschraubt werden. Es wird an der zum Bohrversuch eeignet scheinenden Stelle zuerst ein Schacht gegraben, is man festen Boden oder Gestein erreicht, worauf in hohler Deigel k von Holz (Fig. 8) eingelassen und n diesen das Gestänge eingeführt wird. Es hängt n einem Seile n, das durch den Hebel v v gehoben erden kann.

Diese Vorrichtung dient, um das Gestänge mit dem Meißel einige Fuß hoch zu erheben und dann wieder allen zu lassen, wodurch die Zertrümmerung des Geeins bewirkt wird. Die Hebearbeit geschieht entweder irect durch Menschenkraft oder durch mechanische räfte anderer Art, welche den Schläger u, der den ebel v abwechselnd hebt und fallen läßt, durch Uebertzung in Bewegungen erhalten. Ein Arbeiter gibt vermittels der Handhabe r dem Meißel von Zeit zu Zeit ine Viertelsumdrehung, damit das erbohrte Loch rund erde. Enthält dies nicht von Natur schon etwas Wasser, so wird solches von oben eingegossen. Wenn ach einiger Zeit eine gewisse Menge von Bohrblamm sich gebildet hat, so muß derselbe herausgeholt werden, was vermittels des sogenannten Löffels (Fig. 12), geschieht. Das Seil n wird mit dem ber eine Rolle gehenden Seil y verbunden, das um ie Welle x geschlungen ist, durch deren Umdrehung as Gestänge herausgehoben und der Meißel durch den offel ersetzt. Beim Hinablassen und Fallenlassen des tztern öffnet sich, so oft dies geschieht, das Ventil ei a, der Schlamm tritt in den Hohlraum, erfüllt enselben und wird heraufgezogen. Sobald das Bohrloch usgeräumt ist, beginnt wieder die Arbeit des Meißels.

Diese Art der Arbeit, die insbesondere bei großen Tiefen sehr zeitraubend ist, hat mehrfache Vervollkommnung in der Construction der Bohrwerkzeuge erfahren, allein immerhin hängt die Geschwindigkeit im Vorrücken derselben wesentlich ab von der Natur des Gesteins, das durchsenkt werden muß.

Abgesehen von zahllosen artesischen Brunnen, die bereits in geringer Tiefe Wasser ergeben haben, sind einige derselben berühmt geworden durch die außerordentliche Tiefe, bis zu welcher der Meißel hingetrieben worden ist. Hierbei hat sich das auch anderwärts beobachtete Gesetz bestätigt, daß die Wärme der Erde zunimmt, je tiefer man in ihre Rinde eindringt. Das Bohrloch von Grenelle in Paris hat 547 Meter Tiefe, und liefert Wasser von 27,7° Wärme; das von Mondorf, bei 730 Meter Tiefe, solches von 34°.

Eine andere bei der fortwährend zunehmenden Verdichtung der Bevölkerung mehr und mehr sich aufdrängende Frage ist die nach der Beschaffenheit des als unentbehrliches Nahrungsmittel verwendeten Wassers, gleichgültig ob dasselbe als Trinkwasser oder zur Zubereitung von Speisen, ja selbst als Verbrauchwasser in der Haushaltung dient. Unter allen Umständen müssen wir die ausgiebige Verfügung über reines Wasser als eine der nothwendigsten Bedingungen für das Wohlbefinden des Menschen ansehen. Es steht fest, daß die Entstehung und Verbreitung von Epidemien ihre wesentliche Förderung durch Brunnen erhält, zu welchen organische Zersetzungsstoffe durch die Erde ihren Weg finden.

Die Verbesserung unreinen Wassers ist daher vielfach Gegenstand der chemischen Technik geworden und der einzuschlagende Weg hängt ab von der Natur der vorhandenen Verunreinigungen. Bestehen dieselben lediglich in dem Vorhandensein trübender Theile, so genügt eine Filtration des Wassers, um dieselben zu entfernen und demselben die Klarheit des Wassers zu verleihen, welche mehr unser Auge als unser Geschmack verlangt. In Städten von der ungeheuern, auf zwei bis drei Millionen angeschwollenen Bevölkerung, wie dieses mit Paris und London der Fall ist, ist man gezwungen, analog dem Sprichwort: „Wir nehmen Geld, wo wir es finden" — das Wasser herzunehmen, wo man es findet; es kommen da nicht nur natürliche und erbohrte Quellen und Brunnen, sondern auch das Regen- und Flußwasser zur Verwendung, und es ist insbesondere das letztere, für welches großartige Filtrirwerke in Gang gesetzt worden sind. Aber auch Berlin ist bereits auf den Verbrauch filtrirten Spreewassers angewiesen.

Dieselben bestehen im wesentlichen darin, daß man das Wasser durch wechselnde Schichten von gröberm und feinerm Sand und Holzkohlenpulver sickern läßt, was bis zu einem gewissen Grade beschleunigt werden kann durch Anwendung von höherm Druck. Als oberste Filtrirschicht dient immer ein grobes Material, das die Hauptmasse der trübenden Stoffe aufzunehmen vermag, ohne alsbald sich zu verstopfen. Mit der Zeit ist jedoch eine Erlahmung jeder Filtrirvorrichtung durch die Zunahme der Verstopfung unvermeidlich und die Erneuerung oder Reinigung derselben nothwendig. Letztere geschieht in der Regel in der Weise, daß man reines Wasser in ungekehrtem Weg durch das Filter gehen läßt, das den abgesetzten Schlamm hinwegnimmt. Als Beispiel erblicken wir auf Taf. 4, Fig. 15 ein Filtrirwerk mit sogenannter Selbstreinigung. Der Boden q ist festgestampft und mit Platten in Cement gepflastert; auf demselben sind im Abstand von 0,3 Meter die Ziegel o in Reihen hochkantig aufgestellt, aber so, daß sie bei 1,5 Centimeter Abstand offene

Fugen lassen. Die Kanäle, die so durch die Ziegelreihen gebildet werden und durch die Fugen miteinander in Verbindung stehen, sind von oben mit durchlöcherten Platten bedeckt, auf welchen die Schichten des Filtrirmaterials aufgetragen werden, nämlich: zuerst 30 Centimeter gewaschener Kies, dann fünf weitere Schichten in immer abnehmendem Korn, dann 45 Centimeter gewaschener feiner Sand, endlich zu oberst 45 Centimeter desselben Sandes mit $^1/_{10}$ gestoßener Holzkohle vermischt.

Das zu filtrirende Wasser kommt durch den Kanal H an und fließt bei offener Schütze R und offenem Hahn S durch das Rohr auf den Sand, durchsinkt das Filter, sammelt sich in den Zwischenräumen o und zieht von da aus dem Filter ab. Wenn das Filter der Erschöpfung nahe ist, so gibt man dem Hahn S eine Drehung, welche die obere Oeffnung des Rohres O schließt und den senkrecht unter die Filtrirschichten in die Zwischenräume o . . . gehenden Schenkel bei P öffnet. Der Druck zwingt das Wasser aufwärts durch das Filter zu steigen, wo es die darin abgelagerten Unreinigkeiten losspült und durch die Oeffnungen L nach dem Abzugskanal führt. Die Oberfläche des Filters muß zum Schlusse jedesmal etwas aufgerauht und von Zeit zu Zeit erneuert werden. Ein solches Filter liefert in 24 Stunden 35500 Kubikmeter Wasser.

Von Vorrichtungen in kleinerm Maßstabe, die in Haushaltungen verwendbar sind, zeigt Fig. 13 ein solches, das zum Gebrauch auf der See bestimmt ist. Ein in die obere Mündung des Bottichs eingesetzter Eimer l mit durchbrochenem Boden a dient zum Eingießen und verhindert das Ueberlaufen während der Schwankungen des Schiffs. Das Wasser fällt aus dem Raume b durch das Rohr d in den Raum c und steigt, wenn es diesen angefüllt hat, mit einem dem Falle entsprechenden Druck aufwärts durch die Filtrirschichten in g nach dem Raume k mit dem Hahn n zum Ablassen des filtrirten Wassers. Ein hier nicht abgebildetes Rohr gestattet der Luft den Austritt aus k.

Ein Filter von noch kleinern Verhältnissen ist in Fig. 14 abgebildet. Dasselbe besteht aus einem sackförmig ausgehauenen, feinkörnigen, Wasser durchlassenden Sandstein aa. Der Deckel mit dem daranhängenden Filtrirsteine wird mit dem Blechmantel ff und dem gußeisernen Bodenstück dd durch die an letzterm festsitzenden Bügel g mittels der Druckschraube n wasserdicht zusammengehalten. Das zu filtrirende Wasser kommt mit dem erforderlichen Druck von 3 Metern durch das Rohr m in den Raum zwischen Mantel und Filtrirstein, dringt durch die ganze Oberfläche in das Innere, und füllt dieses an, bis es durch das Rohr c abläuft. Zum Reinigen öffnet man i, um Luft ein-, und den Propfen h, um das Wasser abzulassen, und löst die Schraube, worauf man den Filtrirstein herausnehmen und scheuern kann. Aehnliche und noch einfachere Apparate werden in Berlin aus einer künstlich erzeugten gepreßten Filtrirkohle angefertigt.

Wenn wir an ein „gutes Trinkwasser" die folgenden Anforderungen stellen: völlige Klarheit, Freisein von mikroskopischen Thieren und Pflanzenformen, möglichstes Freisein von organischen Stoffen, besonders faulenden, möglichste Weichheit und erforderlichen Gehalt an Kohlensäure und Luft, sowie endlich richtige Temperatur — so kann ein filtrirtes Wasser denselben nur in annäherndem Grade entsprechen. Insbesondere wirkt das Filtriren vermindernd auf den Gehalt an Gasen, und das Wasser großer Städte ist daher meist schal, unerquicklich, wie abgestanden. Von den genannten organischen Stoffen ist dasselbe um so reiner, je nach die Holzkohle bei der Filtration in Anwendung kommen konnte.

Als ein chemisches Mittel, um trübes Wasser zu klären, empfiehlt sich in manchen Fällen der Zusatz von etwas **Alaun**. Die in diesem Salz enthaltene Thonerde ist ausgezeichnet durch ihre Neigung, mit organischen Stoffen, insbesondere mit Pflanzenfasern, sich zu verbinden, die bei Gegenwart von Ammoniak noch begünstigt wird. Es kann daher leicht ein trübes und übelriechendes Wasser die Bedingungen zur Zersetzung des Alauns erfüllen, wobei die Thonerde in Gestalt einer gallertartigen Masse sich ausscheidet, welche die trübenden Theile einhüllt und rasch niederschlägt.

Einer der gewöhnlichsten Bestandtheile des Wassers ist der kohlensaure Kalk. Derselbe beeinträchtigt jenes keineswegs seine Verwendung als Trinkwasser. Dagegen erweist sich ein kalkhaltiges oder sogenanntes **hartes Wasser** ungeeignet für manche ökonomische Zwecke, als z. B. zum Kochen der Hülsenfrüchte und zum Waschen. In der Regel findet sich dafür ein Ersatz durch die Verwendung von Regen- oder Flußwasser. Ueberdies erweist sich der Kalkgehalt des Wassers in der großen Industrie mehrfach von äußerst nachtheiligem Einfluß, und es gilt dies insbesondere von dem Betrieb der Dampfmaschinen. Bei dem ungeheuern Wasserverbrauch durch den Dampfkessel setzt sich, selbst bei geringem Kalkgehalt, alsbald eine Kalkkruste auf dem Boden ab, der sogenannte **Kesselstein**, der Anlaß zu Störung des Betriebs, zu vermehrtem Kohlenverbrauch und zu Explosionen gibt. Die Mittel zur Verhütung und zur Entfernung der Bildung des Kesselsteins sind zahllos, ohne daß sie jedoch das Uebel radical beseitigen.

Zum Verständniß seiner Bildung sei bemerkt, daß der kohlensaure Kalk an sich im Wasser unlöslich ist, dagegen von demselben aufgelöst wird, wenn es Kohlensäure enthält; wird nun ein Wasser, das in dieser Weise Kalk enthält, erhitzt, so entweicht die Kohlensäure und der kohlensaure Kalk fällt als feiner Schlamm zu Boden und erhärtet zu einer Kruste, wie dies an unsern Kochgeschirren beobachtet werden kann. Hierauf beruht die Taf. 4, Fig. 18 im Durchschnitt abgebildete **Vorrichtung zur Verhütung des Kesselsteins**. Das durch o eintretende Speisewasser steigt in dem Rohre d auf, vertheilt sich, bei e austretend, über tellerartige Querwände m zu beiden Seiten, und gelangt von Teller zu Teller herabfließend durch die Rohre a in den ringförmigen Behälter bb, den es anfüllt, und durch c in den Kessel abläuft. Auf diesem Wege erhitzt der durch die weite Oeffnung p aus dem Kessel zutretende Dampf das Wasser und schlägt einen großen Theil des Kalks nieder, der sich am Boden des ringförmigen Gefäßes bei bb sammeln und durch n nach außen entfernt werden kann. Nachdem eine mit dieser Vorrichtung versehene Locomotive 5074 Meilen Wegs zurückgelegt hatte, betrug der in bb niedergeschlagene Kalk 448 Kilogramm, oder 72 Procent des im Wasser enthaltenen Kalks.

Es war unstreitig die obenerwähnte Einbuße des erfrischenden Geschmacks, die das Wasser durch die Filtration erleidet, welche Anregung gab, in großen Städten ein angenehmeres Getränk dadurch herzustellen, daß man dem Wasser künstlich Kohlensäure zusetzte. Quellen, die von Natur ein Wasser liefern, das reich ist an Kohlensäure, und die daher **Sauerwasser** genannt werden, finden sich zwar, und hie und da so häufig, daß hiernach eine Gegend zwischen Rhein und Nahe das **Sauerland** heißt. Weil es

breit wird das dorther stammende Selterserwasser versendet. Allein theils weil bei weitem Transport dieses Wasser ein Luxusartikel wird, theils um sich von auswärtigem Bezug unabhängig zu machen, entstand die Industrie der künstlichen Säuerlinge.

Wir erblicken in Fig. 17 einen zur Darstellung solcher Wasser dienenden Apparat. In den Gasgenerator B wird kohlensaure Magnesia (Magnesit) gebracht und aus dem Behälter C Schwefelsäure hinzugegeben. Das hierdurch entwickelte Kohlensäuregas entweicht durch das Rohr d' und wird, indem es ein System von Waschflaschen DD, dd passirt, gereinigt und tritt durch das Rohr D'' in den 1,5 Meter hohen Gasbehälter GG, dessen unterer Theil in einem Wasserbehälter steht, von dem in der Abbildung ein Stück der vordern Wand hinweggelassen ist, um dessen innere Einrichtung sehen zu lassen. Daselbst befindet sich eine Druckpumpe, vermittels welcher GG mit Wasser angefüllt worden war. Die bei r eintretende Kohlensäure füllt allmählich den ganzen Gasbehälter, indem sie das Wasser aus demselben durch tt' wieder in den Wasserkasten drängt. Sobald dies geschehen ist, werden die Hähne x und r geschlossen und die Druckpumpe in Thätigkeit gesetzt, so lange, bis das in den Cylinder GG gepreßte Wasser die darin befindliche Kohlensäure auf ein Fünftel zusammengedrückt hat. Es wird nunmehr der Hahn p geöffnet und das comprimirte Gas durch D''' in den horizontalen, mit Wasser gefüllten Cylinder M geleitet. Indem man den Rührer T in Umdrehung versetzt, vermischt sich die Kohlensäure mit dem Wasser und wird von demselben absorbirt. Vermittels eines Hahns von besonderer Einrichtung wird das nunmehr mit Kohlensäure gesättigte Wasser aus M in Flaschen abgezogen. Soll dasselbe überdies die Bestandtheile einer Mineralquelle enthalten, so werden die betreffenden Salze durch R dem Wasser zugesetzt. Die Hähne q und g werden nur dann geöffnet, wenn man den Generator durch das Rohr H entleeren will.

Den Schluß unserer Betrachtungen über das Wasser bildet die Verwendung desselben als Eis, die eine von Jahr zu Jahr steigende Wichtigkeit erreicht hat. Während längere Zeit dasselbe lediglich als ein Mittel diente, um in der heißen Jahreszeit kühle Getränke herzustellen, und bei uns nur als ein Luxusartikel angesehen wurde, spielt es jetzt seine Hauptrolle als vorzüglichstes Erhaltungsmittel unserer Nahrungsstoffe. Die Auffindung eines urweltlichen Elefanten, eines Mammuth, mit wohlerhaltenem Fleisch, eingefroren in sibirischem Eis, hat uns belehrt, daß niedere Temperatur die Zersetzung auf Jahrtausende verhindern kann. Es liegt daher nahe, aus dieser merkwürdigen Erfahrung den umfassendsten Nutzen für die menschliche Oekonomie im großen und kleinen zu ziehen. Nicht nur begegnen wir in vielen Haushaltungen dem Eisschranke, der dazu dient, um Butter, Milch, Fleisch länger frisch und die Getränke kühl zu erhalten, sondern Millionen Centner Eis werden von Fleischern, Fischhändlern, Bierbrauern und Conditoren geborgen, in ähnlicher Absicht. Nicht minder hat die wohlthätige Verwendung des Eises in der Heilkunde mit der Leichtigkeit seiner Beschaffung zugenommen.

Und dennoch kann der Fall eintreten, daß man, insbesondere für letztgenannten Zweck, Eis entbehren muß, sei es, daß die Vorräthe erschöpft sind oder daß örtliche Verhältnisse deren Aufbewahrung unmöglich machen. Hierdurch wurde man hingeführt zur künstlichen Erzeugung von Eis, die seit lange schon als interessantes physikalisches oder chemisches Experiment in den Vorlesungen ausgeführt worden ist. Dieselbe hat in der Hand der Technik eine solche Ausbildung erfahren, daß, unter gewissen Verhältnissen wenigstens, der Preis des künstlich erzeugten Eises dem von der Natur producirten die Wage zu halten vermag.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß Abkühlung eintritt, wenn Wasser verdunstet, und wir begießen zu diesem Zweck im Sommer Straße und Hausflur. Flüssigkeiten, die rascher verdunsten als Wasser, erzeugen aber verhältnißmäßig eine weit stärkere Erkaltung; es handelte sich für die Industrie darum, eine Flüssigkeit der Art so zu verwenden, daß dieselbe durch die Verdunstung nicht verloren wird, sondern wieder verdichtet und wiederholt zur Eisbildung benutzt werden kann. Auf diesem Princip beruht der Taf. 4, Fig. 16 abgebildete Eisapparat von Carré. In einer Retorte von Schmiedeeisen A befindet sich eine höchst concentrirte Lösung von Ammoniak in Wasser; dieselbe wird durch einen untergesetzten Ofen auf 130° erwärmt. Das Ammoniak entweicht durch das Rohr b und tritt in die mit Wasser umgebene Vorlage B. Alle Vorrichtungen sind luftdicht miteinander verbunden. Das Ammoniak kann daher nicht entweichen, es verdichtet sich vielmehr in B zu einer Flüssigkeit von höchster Flüchtigkeit. Sobald dieses geschehen ist, wird unter A der Ofen hinweggenommen und ersetzt durch ein Gefäß mit kaltem Wasser; zugleich entfernt man den Wasserbehälter CC, der B umgeben hatte. Sofort beginnt das flüssige Ammoniak sich in Dampf zu verwandeln, der wieder von dem in A befindlichen Wasser absorbirt wird. Die Verdunstung ist so energisch, daß in B eine Erkältung von —40° eintritt und Wasser rasch gefriert, welches sich in einem in B eingeschobenen Cylinder befindet. Die Ammoniaklösung kann nun aufs neue und in derselben Weise zur Eiserzeugung verwendet werden.

3. Stickstoff.

Der Stickstoff, Nitrogenium, N = 14, ist ebenfalls ein gasförmiges Element, etwas leichter als Luft, farb- und geruchlos. Dem Raume nach bestehen vier Fünftel der Atmosphäre aus Stickstoff, dem ein Fünftel Sauerstoff beigemengt ist. Im übrigen findet sich derselbe weder häufig, noch massenhaft; doch enthalten thierische Stoffe, mit Ausnahme des Fettes, durchschnittlich 16 Procent Stickstoff; im Pflanzen- und Mineralreich ist er selten. Von verschiedenen Methoden, um reinen Stickstoff zu erhalten, beschreiben wir die nachfolgende: In einer kleinen Retorte (Taf. 3, Fig. 16) erhitzt man salpetrigsaures Ammoniak NH_4NO_2, das sich zersetzt in Stickstoff und Wasser ($N_2 + 2H_2O$); letzteres verdichtet sich in der dreihalsigen Flasche, während das Gas in bekannter Weise aufgefangen wird. Abgesehen davon, daß eine brennende Kerze in Stickstoffgas erlischt, hat dasselbe keine ausgezeichneten Eigenschaften, allein dasselbe bildet verschiedene wichtige Verbindungen, von denen die Salpetersäure HNO_3, auch Scheidewasser genannt, in der Technik vielfach Verwendung findet. Beim Faulen thierischer Stoffe entsteht die vorhin genannte gasförmige Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, das Ammoniak NH_3, das durch seinen stechenden Geruch sich leicht bemerklich macht. Seine Lösung in Wasser heißt Salmiakgeist und ist ein bekanntes Arzneimittel. Zu dessen Darstellung im kleinen wird in einem Kolben (Fig. 20) ein Gemenge von gebranntem Kalk und Salmiak erhitzt; das entweichende Ammoniakgas wird gewaschen, indem es eine dreihalsige Flasche passirt, die etwas Wasser enthält; es tritt sodann in eine Flasche mit reinem Wasser und wird von diesem absorbirt.

Ammoniak und Salze desselben bilden sich fer-

ner, wenn thierische Stoffe erhitzt werden. In der That war der beim Verbrennen des Kamelmistes entstehende Ruß die älteste Quelle zur Gewinnung von Chlorammonium oder Salmiak NH_4Cl. Aber auch die Steinkohle, die durchschnittlich 0,8 Procent Stickstoff, entsprechend 1 Procent Ammoniak enthält, liefert dasselbe, wenn sie erhitzt wird. Dies ist der Fall bei der Gasfabrikation, wo in dem nebenbei auftretenden Theerwasser Ammoniak enthalten ist. Da jährlich Millionen Centner Steinkohlen zur Gaserzeugung der Destillation unterworfen werden, so könnte hierdurch der ganze Bedarf an Ammoniak gedeckt werden. Seine Gewinnung aus den Theerwassern ist jedoch mit Schwierigkeit verbunden, weil dieselben nur sehr verdünnte Ammoniaklösungen und außerdem verunreinigt sind durch übelriechende Theerstoffe. Sie geschieht, indem Theerwasser in einem Kessel A (Taf. 7, Fig. 9) erhitzt wird; es entwickelt sich Ammoniakgas, das, begleitet von Wasserdampf, durch das Rohr d in die erweiterten Einsätze e und f tritt, welche von den mit Gaswasser gefüllten Kühlern B und C umgeben sind. Der Wasserdampf wird hierdurch zu Wasser verdichtet, das wieder nach A zurückfließt, während das Ammoniak durch g weiter geht, bei geschlossenem Hahn h in die Vorlage E und von hier durch die mit Kohlenpulver gefüllten Filter G und H in die Vorlage F gelangt, welche reines Wasser enthält, von dem es absorbirt wird. Die Kohlenfilter reinigen das Gas von den Theerstoffen. Sie müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden, während dessen man den Hahn i schließt und h öffnet; das Ammoniak wird alsdann von der in der Vorlage D befindlichen Salzsäure unter Bildung von Salmiak aufgenommen. Nach Vollendung der Operation wird der Kessel durch a entleert, das vorgewärmte Theerwasser aus B und C durch Oeffnen der Hähne l und m nachgefüllt und die Arbeit fortgesetzt.

Die Verbindung des Stickstoffs mit Kohlenstoff wird Cyan genannt, d. i. „Blaustoff", weil sie, mit Eisen vereinigt, die unter dem Namen Berlinerblau bekannte prachtvolle blaue Farbe bildet. Seine chemische Formel ist NC, wofür jedoch in der Regel das Zeichen Cy gesetzt wird. Die Bildung des Cyans findet nur unter gewissen Umständen statt und wird fabrikmäßig bewirkt, indem thierische Abfälle verschiedener Art, insbesondere Wolle, Leder und Flechsen, mit einem Zusatz von Pottasche und Eisendrehspan erhitzt werden. Die genannten Rohstoffe werden in kleine verschließbare eiserne Kessel (Fig. 10) gebracht, durch deren Deckel ein Rührwerk geht, worauf man sie bis zum Glühen und Schmelzen des Kesselinhalts erhitzt. Hierbei tritt eine Zersetzung der Thierstoffe unter Entweichung von Gasen ein, und es hinterbleibt eine schwarze Schmelze, die, mit Wasser behandelt, eine Lösung gibt, aus der nach vollzogener Klärung schöne große Krystalle von gelber oder orangerother Farbe sich ausscheiden.

Dieses Salz ist eine Verbindung von Cyan mit Kalium und Eisen, Cy_6KFe, und heißt Cyaneisenkalium. Da anfänglich zu seiner Darstellung eingetrocknetes Blut verwendet wurde, so ist für dasselbe allgemein der Name Blutlaugensalz gebräuchlich. Seine Hauptverwendung findet es zur Darstellung von Berlinerblau, das als Niederschlag sich bildet, wenn eine Lösung desselben mit einer eisenhaltigen Lösung zusammengebracht wird.

Unterwirft man das Blutlaugensalz mit Schwefelsäure der Destillation, so entsteht Cyanwasserstoff CyH, ein farbloses, eigenthümlich nach bittern Mandeln riechendes, höchst giftiges Gas, das, in Wasser geleitet, sich darin auflöst und wässerige Cyanwasserstoffsäure, sogenannte Blausäure, bildet. Mit Quecksilberoxyd zersetzt sich dieselbe in Wasser und Cyanquecksilber $HgCy_2$, das in farblosen Krystallen erhalten wird. Indem man endlich die letztgenannte Verbindung erhitzt, erhält man das Cyan in Gestalt eines farblosen Gases, das mit pfirsichblüthrother Flamme brennt.

4. Schwefel.

Der Schwefel, S = 32, ist ein Element von hervorragender Bedeutung; er findet sich vereinzelt an wenigen Orten gediegen, von welchen die Umgebung von Girgenti auf Sicilien die ergiebigste Fundstätte ist, indem sie wol drei Viertel alles Schwefels liefert, der in der Welt verbraucht wird. Außerdem kommt der Schwefel vor in Verbindung mit Eisen, dem sogenannten Schwefelkies oder Pyrit, FeS_2, der über 50 Procent Schwefel enthält und zu dessen Gewinnung benutzt wird; auch andere Metalle, wie Blei, Kupfer, Quecksilber, Zink, Kobalt, Nickel, Antimon und Arsen finden sich vorherrschend in Verbindung mit Schwefel. Seine Verbindung mit Sauerstoff, als Schwefelsäure, ist ein Bestandtheil massenhaft auftretender Minerale, wie des Gipses, Schwerspats und Strontianspats. Endlich begegnen wir noch dem Schwefel in der organischen Natur, indem er bis zu 2 Procent in den eiweißartigen Stoffen der Pflanzen und Thiere enthalten ist.

Auf Sicilien erscheint der Schwefel in Adern oder eingesprengt in Gesteinen, die aus Kalk, Gips oder Mergel bestehen. Dieselben werden gebrochen und führen einen sehr ungleichen Gehalt an Schwefel, indem einige 6, andere 15 und die reichsten 25 Proc. liefern. Man gewinnt denselben hauptsächlich durch Ausseigerung, d. i. Ausschmelzung, indem man die Gesteine zu einem Meiler mit geeigneten Durchzügen aufeinandersetzt, von außen mit Erde deckt und den enthaltenden Schwefel in die Luftkanäle wirft, um den Meiler anzuzünden. Indem ein Theil des Schwefels verbrennt, schmilzt der übrige und fließt über die schiefe Fläche, auf der der Meiler errichtet worden ist, nach einem Sammelloch. Obgleich dieses Verfahren mit sehr erheblichem Verlust an Schwefel verknüpft ist, so läßt der Mangel an Brennmaterial in jener Gegend ein anderes kaum zu, und die Taf. 6, Fig. 1 abgebildete Einrichtung kommt deshalb seltener in Anführung. Aus einer gemauerten Kammer g, die mittels des abgehenden Feuers von außen geheizt wird, füllt man durch den Schieber h das vorgewärmte Schwefel führende Gestein in einen mit Deckel verschließbaren Kessel von Gußeisen a, der unmittelbar von dem Feuer umspielt wird. Die entwickelten Schwefeldämpfe streichen durch das Rohr d und verdichten sich in der Vorlage e; von da zapft man den flüssigen Schwefel durch f in einen Kasten oder in Formen.

Die Gesammterzeugung von Schwefel in Italien wird gegen 6 Millionen Centner im Werthe von 30 Millionen Franken angeschlagen, und es nimmt hiervon die Industrie Englands allein 37 Procent in Anspruch.

Der aus den Meilern ausgeschmolzene Rohschwefel ist mit 0,5 bis 3 Procent von dem Gestein herrührenden Stoffen verunreinigt und muß daher für manche Art seiner nachherigen Verwendung gereinigt oder raffinirt werden. Dies geschieht in dem Taf. 6, Fig. 2 dargestellten Apparat. In einen Vorwärmer f wird der Rohschwefel gebracht und durch die abziehende Hitze der Feuerung geschmolzen; er kann alsdann durch das Rohr hic in den Cylinder a abgelassen werden; letzterer ist der directen Wirkung der Flamme

usgesetzt, welche den Schwefel in Dampf verwandelt, er durch das weite Abzugrohr b in eine benachbarte erâumige Kammer tritt und dort zu flüssigem Schwe:l sich verdichtet, der auf der geneigten Bodenfläche ei p in den Kessel q abgelassen und in kleine Cylin:er, zu Stangenschwefel, geformt wird.

Wenn man diesen Destillationsproceß in der Weise ornimmt, daß die Kammer sich nicht erwärmt, so chlägt sich der Schwefel in Gestalt eines feinen Stau:es, der sogenannten Schwefelblumen, nieder und ird in dieser Gestalt für verschiedene Zwecke in den andel gebracht.

Zu den bekanntern Eigenschaften des Schwefels fügen ir ergänzend hinzu, daß derselbe bei 115° schmilzt, bei 00° siedet und sich in Dampf verwandelt. Etwas über iesen Punkt bei Zutritt der Luft erhitzt, entzündet er ich und verbrennt mit blauer Flamme; das hierbei ntstehende Product, gewöhnlich unrichtigerweise Schwe:eldampf genannt, ist schweflige Säure SO_2, ein :rstickend riechendes Gas, das häufig Verwendung indet zum Bleichen von Wolle, Stroh und Federn, owie zur Conservirung von Speisen und Getränken. Seine Anwesenheit verhindert die Entwickelung der Keime kleiner Organismen und dadurch den Eintritt der Gärung und Fäulniß.

Die schweflige Säure ist ferner die Vorstufe zur Bildung der Schwefelsäure, H_2SO_4, dieser in der Technik so vielfach verwendeten Verbindung, daß man die Größe ihres Verbrauchs in einem Lande als Gradmesser für dessen industrielle Entwickelung bezeichnet hat.

Die Schwefelsäure läßt sich betrachten als die Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 3 Atomen Sauerstoff SO_3, wozu noch die Bestandtheile von Wasser H_2O hinzukommen. Es gelingt jedoch nicht, dem Schwefel 3 Atome Sauerstoff ohne weiteres zuzuführen; beim Verbrennen nimmt er aus der Luft deren nur zwei auf und bildet schweflige Säure SO_2. Die weitere Oxydation geschieht durch die Einwirkung von Salpetersäure auf die schweflige Säure, indem erstere einen Theil ihres Sauerstoffs an diese abgibt und sie in Schwefelsäure verwandelt. Die Salpetersäure wird durch diese Abgabe von Sauerstoff zurückgeführt in ein Gas, das Stickoxyd NO heißt und das die merkwürdige Eigenschaft besitzt, sobald es mit Luft zusammenkommt, aus dieser unverzüglich Sauerstoff aufzunehmen und sich in salpetrige Säure N_2O_3 zu verwandeln. Auch diese Verbindung gibt aber, wenn sie mit schwefliger Säure in Berührung kommt, an diese 1 Atom Sauerstoff ab und verwandelt sich zurück in Stickoxyd. Letzteres wiederholt nun die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und dessen Abgabe zur Bildung von Schwefelsäure so oft und so lange, als dazu Gelegenheit gegeben ist; es spielt gleichsam die Rolle eines Sauerstoff borgenden und herleihenden Dieners. Während die Mechanik vergeblich nach einem Perpetuum-mobile sucht, hat also die Chemie in dem Stickoxyd ein Perpetuum-agile aufgefunden.

Auf diesen chemischen Zersetzungen und Bildungen beruht der Proceß der Schwefelsäurefabrikation, der darin besteht, durch Verbrennung von Schwefel zuerst schweflige Säure darzustellen, hernach unter Gegenwart von Wasserdampf Salpetersäure einwirken zu lassen, die in Stickoxydgas verwandelt wird, das alsdann seinen Dienst fortsetzt.

In der Vorlesung über Experimentalchemie bedient man sich des Apparats Taf. 3, Fig. 18, um den geschilderten Vorgang zu veranschaulichen. Zu diesem Zweck wird die erforderliche schweflige Säure nicht durch Verbrennung von Schwefel, sondern dadurch erzeugt, daß man in einer kleinen Retorte a Kupferspäne mit Schwefelsäure erhitzt; das Gas tritt durch eine kleine, Wasser enthaltende Flasche und gelangt mit Wasserdampf beladen in den Ballon A, der Luft enthält. In der Retorte b entwickelt sich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Kupferspäne Stickoxydgas, das ebenfalls in den Ballon sich begibt, wo nunmehr alle Bedingungen zur Schwefelsäurebildung erfüllt sind. Die weitern, mit A in Verbindung stehenden Kolben B und c begünstigen die Vollendung des Processes; durch das Rohr c kann erforderlichenfalls frische sauerstoffhaltige Luft zugeführt werden, während in B und C eingesetzte Rohre einen Ausweg für den Stickstoff der Luft gestatten, der an dem ganzen Proceß keinen Antheil nimmt. Die entstandene Schwefelsäure sammelt sich auf dem Boden der Ballons A und C.

Die Schwefelsäurefabrikation ist eine der nur im größten Maßstabe ausgeführten Industrien. Zur Erzeugung der schwefligen Säure verwendet man entweder Rohschwefel, oder man erhitzt schwefelhaltiges Eisenerz, Eisenkies FeS_2, sodaß dessen Schwefelgehalt verbrennt. Im übrigen ist der Verlauf derselbe. Taf. 6, Fig. 6 zeigt einen der besten sogenannten Kiesbrenner im Querdurchschnitt, in vorderer Ansicht und im seitlichen Durchschnitt. Derselbe hat die Gestalt eines Schachtofens, dem bei a Luft eingeblasen wird. Durch die Oeffnungen d d d wird feingepochter Schwefelkies eingeführt, der sich über ein System von durchbrochenen Sohlen aus Thon verbreitet. Die Feuerung befindet sich über dem Rost r, und die bei der Verbrennung des Schwefels entstehende schweflige Säure wird durch den eingeblasenen Wind aufwärts nach e und in der Richtung e g des seitlichen Durchschnitts nach der Flugstaubkammer E geführt, wo die unverbrennlichen Theile des Kieses sich absetzen, während die schweflige Säure ihren Weg in die Schwefelsäurekammer fortsetzt.

An Stelle der in dem Vorlesungsversuch benutzten Ballons treten in der großen Fabrikation die Bleikammern, Räume von 100—2000 Kubikmeter Inhalt, deren Wände bekleidet sind mit Bleiplatten, welche von den hier auftretenden Säuren nicht angegriffen werden. Fig. 5 gewährt uns den Einblick in die Einrichtung einer Fabrik, die täglich 150—200 Ctr. Schwefelsäure erzeugt. A ist der Schwefelbrenner, aus welchem das aus der Verbrennung von Rohschwefel hervorgehende Schwefligesäuregas durch die Rohre B und D in die Vorkammern C und E tritt; in letzterer befindet sich ein System von terrassirten Pyramiden aus Steingut, über welches, von außen kommend, Salpetersäure langsam herabfließend sich ausbreitet und in Stickoxyd zersetzt und somit der Proceß der Schwefelsäurebildung eingeleitet wird. Derselbe setzt sich fort in der Hauptkammer G sowie in den hintern Kammern I und M, welche durch die Rohre F, H und K in Verbindung stehen. Ein Dampfkessel R dient, um in die Kammern oben durch die Oeffnungen SS von Zeit zu Zeit Wasserdampf einzublasen. Dem unbetheiligten Stickstoff ist der Ausweg durch den Schlot PO gestattet. Der Theorie gemäß sollte das einmal gebildete Stickoxydgas hinreichen, um ins Unendliche schweflige Säure überzuführen in Schwefelsäure. Unvermeidliche Verluste machen jedoch eine Erneuerung der Zufuhr von Salpetersäure nöthig, von der man 4—6 Pfd. braucht, um 100 Pfd. Schwefel in Schwefelsäure zu verwandeln.

Wie ersichtlich, liegt die Hauptkammer G am tiefsten, und in ihr fließt aus allen Kammern die in denselben gebildete Schwefelsäure zusammen; aus C und E durch die Leitung g g. Das hier sich ansammelnde

Product, Kammersäure genannt, ist eine mit Wasser verdünnte Säure, welche concentrirt werden muß. Zu diesem Zwecke wird sie anfänglich in Bleipfannen erhitzt, wodurch ein Theil des Wassers verdampft; sobald jedoch ihr Siedepunkt 200° erreicht, greift die Säure das Blei an. Sie wird nunmehr in eine Destillirblase von Platin B (Fig. 7) gebracht und darin weiter erhitzt. Der entstehende Wasserdampf entweicht durch das Helmrohr C; sobald ein in die Blase eingelassenes Thermometer die Temperatur von 338° anzeigt, hat die Säure die erforderliche Concentration erreicht, und es wird der Hahn r des Hebers II geöffnet, der aus einem stets mit Schwefelsäure gefüllten Platinrohr besteht und durch welchen die Säure abfließt. Das Heberrohr ist mit Wasser umgeben, um die Säure abzukühlen. Durch ein sinnreiches bewegliches Heberwerk v läßt man von S her aus der Bleipfanne frische Säure durch den Sperrtrichter U nachfließen. Die zu dieser Operation verwendeten Platinkessel sind sehr theuer, und man bedient sich daher jetzt wieder häufiger der gläsernen Retorten oder Flaschen zum Concentriren der Schwefelsäure, wie Fig. 8 uns eine solche von 136 Liter Inhalt zeigt, die in einem Sandbad sitzt. Dieselbe steht durch ein gebogenes Glasrohr mit einer bleiernen Vorlage C in Verbindung, zur Aufnahme des Destillats. Eine Anzahl solcher Vorrichtungen wird durch ein gemeinschaftliches Feuer geheizt.

Die Schwefelsäure H_2SO_4, auch Schwefelsäurehydrat oder englische Schwefelsäure genannt, hat das specifische Gewicht 1,85 und ist eine farb- und geruchlose Flüssigkeit von höchst saurer ätzender Beschaffenheit und daher äußerst gefährlich. Ihre Anwendung ist eine sehr ausgedehnte, indem sie insbesondere zur Darstellung fast aller andern Säuren dient.

Vornehmlich in Sachsen wird durch Destillation aus dem Eisenvitriol die braune Rauchende Schwefelsäure, auch Vitriolöl genannt, gewonnen. Dieselbe ist ein Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure (Schwefelsäure-Anhydrit, SO_3) mit Schwefelsäurehydrat ($2HSO_4$) und dient hauptsächlich zur Auflösung des Indigos, der von letzterer nicht verändert wird.

Indem wir noch einiger Verbindungen des Schwefels zu gedenken haben, kommen wir zurück auf einige Abbildungen der Tafel 3 unsers Atlas.

Zunächst verdient der Schwefelwasserstoff H_2S unsere Aufmerksamkeit. Dieses durch seinen abscheulichen, an faule Eier erinnernden Geruch übel charakterisirte Gas bildet sich bei der Fäulniß schwefelhaltiger organischer Stoffe; es ist brennbar und sehr giftig. In der analytischen Chemie erweist es jedoch unschätzbare Dienste durch sein Verhalten gegen die schweren Metalle, welche es aus ihren Lösungen in Gestalt von eigenthümlich gefärbten, meist schwarzen Niederschlägen ausscheidet. Es dient daher nicht nur als ein qualitatives Erkennungsmittel zur Entdeckung der Gegenwart eines solchen Metalls, sondern erforderlichenfalls zur gänzlichen Entfernung desselben.

Zu diesem Zweck bereitet der Chemiker den Schwefelwasserstoff, indem er Schwefeleisen FeS übergießt mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. In den großen Unterrichtslaboratorien hält man dieses Gas vorräthig in Gasometern, von welchen Zuleitungsröhren mit verschließbaren Hähnen dasselbe an Ort und Stelle führen. Beim Verbrauch in kleinerm Maßstabe empfehlen sich Apparate, die jederzeit zur Entwickelung von Schwefelwasserstoff parat sind und die ihre Thätigkeit von selbst einstellen, sobald dieselbe nicht mehr erfordert wird. Ein solcher ist Taf. 3, Fig. 10 abgebildet. Zur Instandsetzung desselben wird zuerst in den mittlern Ballon durch die Oeffnung geschmolzenes Schwefeleisen in haselnußgroßen Stücken eingebracht und sodann ein Glasrohr mit [illegible] Hahn eingesetzt. Der obere Trichterballon wird dicht in die Mündung c. Durch seine Oeffnung die Säure eingegossen, bis sie den mittlern [illegible] etwa halb anfüllt, und nunmehr der Hahn geöffnet. Es beginnt die Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, welches allmählich den mittlern Ballon [illegible] und endlich die Säure durch die untere Oeffnung des Trichterballons in diesen hinaufdrückt, wie [illegible] zeigt. Mit der Verdrängung der Säure aus dem Mittelballon hat aber die Weiterentwickelung dieses ein Ende, und der Apparat ist zum Gebrauch fertig. Es genügt die Oeffnung des Hahns [illegible] Gas durch die an das Kautschukrohr angefügte Glasröhre in die zur Untersuchung bestimmte Flüssigkeit treten zu lassen. In dem Maße, als Gas aus dem Mittelballon austritt, steigt die Säure in diesen auf und erzeugt aufs neue dessen Entwickelung.

Denselben Dienst leistet der viel einfachere Apparat Fig. 11. In die Flasche A wird durch die untere Oeffnung übersteigende Schicht von Holzkohlenpulver gebracht und hierauf Stückiges Schwefeleisen aufgefüllt. Alsdann wird der gerade Glashahn R aufgesetzt und A mit der leeren Flasche B durch ein Kautschukrohr in Verbindung gesetzt und letztere mit der Säure gefüllt. Beim Oeffnen des Hahnes R dringt die Säure durch das Kohlenpulver und steigt in A bis zur halben Höhe, wo die Gasentwickelung beginnt. Nun wird der Hahn geschlossen; das Gas treibt die Säure wieder zurück nach B, worauf dessen Entwickelung aufhört. Der Apparat zum Gebrauch fertig ist. Bei diesem Apparate wird Eintritt und Gang der Gasentwickelung regulirt einerseits durch den Luftdruck, anderseits durch die Spannung des Schwefelwasserstoffgases.

Als elegantes Experiment mag noch die Zersetzung des Schwefelwasserstoffs angeführt werden. In den kürzern Schenkel einer Glasröhre [illegible] wird etwas Kalium gebracht, dieselbe mit Wasserstoff gefüllt und sodann ein abgemessenes Volumen Schwefelwasserstoff in derselben aufsteigen gelassen. Durch Erhitzen des Kaliums vermittels der Lampe verbindet sich der Schwefel mit dem Kalium, und es bleibt [illegible] nes Wasserstoffgas übrig, das gemessen werden kann.

Eine interessante Verbindung bildet der Schwefel mit dem Kohlenstoff; sie wird Schwefelkohlenstoff CS_2 genannt und entsteht, wenn Schwefeldampf über glühende Kohlen geleitet wird. Es geschieht dies fabrikmäßig unter Anwendung des Apparats Fig. 19. Ein aufrecht stehender Cylinder A aus Gußeisen wird durch die weitere Oeffnung F mit Stücken von gutgetrockneter Holzkohle angefüllt und verschlossen. Derselbe befindet sich inmitten eines Ofens, der in Brand gesetzt wird. Sobald der Cylinder glühend ist, schiebt man in die engere Oeffnung von Zeit zu Zeit in das Rohr c, der sofort schmilzt und verdampft, worauf er, in Dampf verwandelt, durch die glühende Kohle streicht und mit ihr sich verbindet. Selbstverständlich sind die Oeffnungen durch Pfröpfe verschlossen worden und der entstandene äußerst flüchtige Product gelangt in den vorgelegten Ballon I, wo ein Theil desselben verdichtet und durch den Hahn K in die Vorlagen L und O übergeführt wird. Ein anderer wird, indem er dampfförmig weiter durch PP und den Kühlapparat Q geht, verdichtet und aufgesammelt.

Als Product wird aus den verwendeten

e beide feste, unlösliche Körper sind, der Schwefelkohlen-
off in Gestalt einer wasserhellen Flüssigkeit gewonnen,
ie das Licht so stark bricht, daß ein damit gefülltes
risma die prachtvollsten Farben zeigt; derselbe ist
rennbar, etwas schwerer als Wasser, riecht höchst ab-
heulich und siedet schon bei 15°. Diese außerordent-
che Flüchtigkeit macht ihn sehr geeignet, in Vor-
sungen die bei rascher Verdunstung eintretende Kälte
achzuweisen. Auf ein Bretchen gießt man einige
ropfen Wasser, setzt in dieses eine kleine Platin-
hale, die etwas Schwefelkohlenstoff enthält; durch
lasen mit dem Balg beschleunigt man dessen Ver-
unstung, und in wenig Augenblicken ist die Schale
stgefroren.

Der Schwefelkohlenstoff löst Schwefel, Phosphor,
arze, Kautschuk, Fette und Oele, und wird zur Ge-
innung und Reinigung derartiger Stoffe, insbeson-
ere zur Vulkanisirung des Kautschuks verwendet.

5. Phosphor.

Der Phosphor, P=31, wurde gegen das Ende
es 17. Jahrhunderts von goldmachenwollenden Labo-
anten entdeckt, die keine Ahnung haben konnten, daß
ieser Stoff, der damals mit unsäglicher Mühe dar-
estellt und Goldes werth bezahlt wurde, heutigentags
n der ärmsten Hütte in Gestalt der Zündhölzer als
egenstand des täglichen Verbrauchs eingeführt ist.

Die Natur bietet dieses Element nur als Phos-
horsäure P_2O_5, welche in Verbindung mit Kalk
inige Minerale bildet, deren bekannteste der Apatit
nd der Phosphorit sind. Ihre Verbreitung ist
ering, doch hat bei stets zunehmender Wichtigkeit der-
elben die eifrige Nachforschung zur Entdeckung grö-
erer Phosphoritlager, u. a. des von Limburg an der
ahn, geführt. Die Verwitterung solcher Minerale
ertheilt den phosphorsauren Kalk in der Erdober-
äche, wo er, von den Pflanzen aufgenommen, ins-
esondere in den Samen der Gräser, Getreide und
ülsenträger sich vorfindet. Dem Thiere als Nahrung
ienend, führen sie den phosphorsauren Kalk über in
essen Körper, wo er das Knochengerüst bildet. Ueber-
ies enthalten die Gehirn- und Nervensubstanz, sowie
er Muskel und der Urin etwas Phosphor. Einen
olchen Umweg legt also der Phosphor zurück, bis der
abrikant in den Knochen das alleinige Rohmaterial
rhält, aus dem er ihn darstellt.

Die Fabrikation des Phosphors beginnt mit dem
rennen der Knochen, wodurch die in denselben ent-
altene Leimsubstanz zerstört wird; es geschieht dies
n Schachtöfen, die Aehnlichkeit mit den Kalköfen
aben. Dabei hinterbleibt die weißgebrannte, poröse
nochenasche, die sich leicht zu Pulver mahlen läßt,
as in einem hölzernen Bottich mit 70 Procent etwas
erdünnter Schwefelsäure angerührt wird. Die Schwe-
elsäure entzieht der Knochenasche zwei Drittel ihres
alkgehalts und scheidet denselben in Gestalt von un-
öslichem Gips ab; die verbleibende Auflösung enthält
as letzte Drittel Kalk, verbunden mit Phosphorsäure;
e wird anfänglich in Bleipfannen für sich allein ein-
edampft, später vermischt mit grobem Pulver von
olzkohle in eisernen Kesseln, und zuletzt bei schwacher
lühhitze völlig eingetrocknet. Zwölf bis funfzehn Pfund
ieser getrockneten Masse werden in eine flaschenför-
nige Retorte von feuerfestem Thon gefüllt, deren in
inem sogenannten doppelten Galerenofen (Taf. 7,
ig. 11) zwei Reihen von je 18 Stück mit zugewendetem
Bodentheil liegen und von einem nach der Längen-
chse durchziehenden Feuer bis zum Hellrothglühen er-
itzt werden. In dieser hohen Temperatur wirkt die
ohle zersetzend auf die Phosphorsäure, der sie den
Sauerstoff entzieht; der freiwerdende Phosphor ent-
weicht als Dampf, gemengt mit brennbaren Gasen.
Nach einigen Stunden erscheint bei der Vorlage eine
weißblaue Flamme, deren Uebergang in blendendes
Weiß den Beginn der Destillation anzeigt. Die Vor-
lage besteht aus zwei durch Hälse verbundenen Glocken
von Steingut, die in mit Wasser gefüllten Untersätzen
stehen. In letztern verdichtet sich der Phosphor und
kann mit Leichtigkeit herausgenommen werden.

Um Coak und Steinkohle als Heizmaterial ver-
wenden zu können, hat man auch den Oefen zur
Destillation von Phosphor die in Fig. 12 im seit-
lichen Durchschnitt dargestellte Einrichtung gegeben.
Aehnlich wie bei der Erzeugung des Leuchtgases liegen
hier fünf Thoncylinder zu zwei und drei übereinander, in
welche das Gemisch von Kohle und phosphorsaurem
Kalk eingebracht wird. Von jedem mündet ein Rohr
in eine oben gewölbte, unten offene Stürze b von
einem Meter Länge, welche durch Röhren mit einem
ähnlichen davorstehenden Gefäß b in Verbindung steht,
das einige Oeffnungen zum Entweichen der Gase hat.
Beide stehen in einer Rinne c, durch welche kaltes
Wasser fließt, das durch eine schmale Oeffnung ganz
unten an der vordern Seite eintritt und durch eine
etwas höher angebrachte Oeffnung β an dem hintern
Ende austritt (s. Fig. α und β neben Fig. 11).
Der in dieser als Vorlage dienenden Vorrichtung ver-
dichtete Phosphor kann so von dem durchfließenden
Wasser nicht hinweggeführt werden.

Der rohe Phosphor ist unrein, roth, braun und
schwarz gefärbt; er wird gereinigt, indem man ihn
unter Wasser geschmolzen durch sämisch Leder preßt
oder mit Sand vermischt einer nochmaligen Destilla-
tion unterwirft; 136 Pfd. Retortenfüllung liefern
21 Pfd. rohen und 17 Pfd. gereinigten Phosphor, der
wachsweich, blaßgelb und durchsichtig ist. In den
Handel kommt er meist in Gestalt von kleinfingerdicken
Stangen. Diese Form erhält er durch Schmelzen in
einem Trichter c, Fig. 13, der in einem Wasserbade a
sich befindet. Beim Oeffnen des Hahns bei b fließt der
Phosphor in eine angesetzte Glasröhre, die in einer
Kufe mit kaltem Wasser sich befindet, wodurch der
Phosphor erstarrt und ein wenig aus der Glasröhre
hervortritt. Zieht man die Phosphorstange heraus,
so fließt geschmolzener Phosphor nach und erstarrt,
sobald er in das kalte Wasser kommt, sodaß man
sämmtlichen Phosphor wie einen Draht aus c ziehen kann.

Der Phosphor dient fast ausschließlich zur Anferti-
gung der Zündhölzer, und bei dem ungeheuern Ver-
brauch derselben hat seine Fabrikation große Verhält-
nisse angenommen und ist sein Preis bis unter 1 Thlr.
für das Pfund gesunken. Das in Frankreich ange-
strebte Verfahren, denselben direct aus dem vom Mi-
neralreich gelieferten Phosphorit durch Zersetzung des-
selben mittels Kieselsäure (Sand) und Kohle in Schacht-
öfen vorzunehmen, verspricht denselben noch billiger
zu liefern. Es läßt sich alsdann erwarten, daß der
gewöhnliche, giftige und leicht entzündliche Phosphor
in den Zündhölzern gänzlich verdrängt wird durch
Ueberführung desselben in rothen oder amorphen
Phosphor, der weder giftig noch leicht entzündlich
ist und beim Reibzeug der schwedischen Reibzünder be-
reits verwendet wird.

Wenn auch technisch von keiner Bedeutung, so ist doch
das Phosphorwasserstoffgas interessant dadurch,
daß es im Moment seines Zusammentreffens mit Luft sich
entzündet, mit leuchtender gelber Flamme unter Bil-
dung weißer Nebelringe verbrennt, wie Taf. 3, Fig. 15
solche zeigt, wo aus dem Gasentwickelungsrohr kleine
Blasen von diesem Gase aus dem Wasser aufsteigen.

Die Retorte ist nahezu angefüllt mit schwacher Kalilösung, in welcher etwas Phosphor sich befindet. Beim Erhitzen derselben beginnt die Entwickelung des Phosphorwasserstoffgases.

Man kann diese Erscheinung auch auf andere Weise hervorrufen. In den Boden eines Tiegels (Fig. 17) wird ein Loch gebohrt und in dieses der Hals eines kleinen Kolbens eingekittet, der Phosphor enthält. Hierauf füllt man den Tiegel mit Stückchen von Kalk, bedeckt und bringt ihn durch Umgebung mit glühenden Kohlen in lebhaftes Glühen; sobald dies erreicht ist, legt man einige glühende Kohlen unter den Kolben, wodurch der Phosphor verdampft und mit dem Kalke in Berührung kommend die Bildung von Phosphorcalcium bewirkt. Wird nach dem Erkalten ein Stückchen des letztern herausgenommen und ins Wasser geworfen, so steigen alsbald aus demselben kleine Blasen von Phosphorwasserstoff auf, welche sich entzünden. Zugleich verbreiten sie den eigenthümlichen Geruch dieses Gases nach faulen Fischen.

In beiden Fällen beruht dessen Bildung auf der Zersetzung von Wasser, dessen Wasserstoff mit dem Phosphor das selbstentzündliche Gas bildet, während sein Sauerstoff mit Phosphor zu unterphosphoriger Säure sich verbindet, die mit dem Kali oder Kalk sich vereinigt.

6. Arsen.

Arsen, As = 75, nennt der Chemiker das metallähnliche Element, das mit Sauerstoff verbunden die arsenige Säure $As O_3$ bildet, dies furchtbare, unter dem Namen Arsenik nur allzu bekannte Gift. Das Arsenmetall findet sich im Mineralreich gediegen, jedoch häufiger in Verbindung mit Eisen und andern Metallen, aus der es durch Erhitzen in Gestalt kleiner, schwarzgrau glänzender Scheiben (auch Kobaltkuchen genannt) gewonnen wird. Das Arsen läßt sich leicht und unter Verbreitung eines charakteristischen Knoblauchgeruchs in Dampf verwandeln. Geschieht dies unter geeignetem Luftzutritt, so oxydirt es sich zu einem weißen Sublimat (Giftmehl) von Arsenik, das gesammelt und in einem Kessel erhitzt zu einer glasigen Masse erweicht, die später ein porzellanartiges Ansehen annimmt. Dasselbe hat eine nicht unbedeutende Verwendung bei der Glasfabrikation und in der Farbentechnik.

Hier gedenken wir der analytischen Methoden, welche gestatten, das Vorhandensein von Arsen höchst genau und sicher nachzuweisen, wie dies insbesondere bei vermutheten Vergiftungsfällen von höchster Wichtigkeit ist. Hat sich bei einem solchen ein verdächtiger weißer Körper vorgefunden, so genügt ein Körnchen von der Größe eines Zehntel Stecknadelkopfes zur Beweisführung. Dasselbe wird in die ausgezogene Spitze a einer Glasröhre (Taf. 3, Fig. 12) gebracht und davor ein kleiner Splitter von Holzkohle eingeschoben, die man mit der Lampe glühend macht. Hierauf wird die in der Spitze befindliche Probe erhitzt; bestand dieselbe wirklich aus Arsenik, so verwandelt sich letzterer in Dampf, der in Berührung mit glühender Kohle an diese seinen Sauerstoff abgibt, während metallisches Arsen in Gestalt eines schwarzglänzenden Ringes bei c sich anlegt.

Weit empfindlicher ist das Verfahren, wenn Arsenik in Lösung sich befindet, was in Vergiftungen bei Getränken, Speisen, dem Mageninhalt u. s. w. der Fall sein kann. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird mit etwas Zink in eine Gasentwickelungsflasche a (Fig. 13) gebracht und Schwefelsäure zugegossen; es entwickelt sich Wasserstoff, dem, wenn Arsenik vorhanden war, etwas Arsenikwasserstoff beigemengt ist. Die Gase streichen durch das Chlorcalciumrohr c, wodurch sie getrocknet werden; sie treffen alsdann ein zum Glühen erhitztes Glasrohr, in welchem durch der Arsenikwasserstoff sich zerlegt in metallisches Arsen, das als schwarzer Ring hinter der Flamme sich anlegt, und in entweichenden Wasserstoff.

7. Kohlenstoff.

Der Kohlenstoff, Carbo, C = 12, dieses wunderbare Element, das in der Gestalt von Kienruß — völligste Negation des Lichts in tiefster Schwärze — entgegentritt, während es krystallisirt den Diamant bildet, aus dem blitzartig das in alle Farben gebrochene Licht hervorbricht — erhält seine ganz besondere Bedeutung dadurch, daß es der charakteristische, niemals fehlende Bestandtheil der organischen Welt ist. Nicht nur enthalten alle lebenden thierischen und pflanzlichen Stoffe Kohlenstoff, sondern er ist auch in allen von ihnen herkommenden Stoffen vorhanden, sodaß man das ganze ungeheuere Gebiet der organischen Verbindungen als die Chemie des Kohlenstoffs bezeichnet hat. Trotz wie hervorragendem wissenschaftlichen Interesse, das in neuester Zeit vorzugsweise cultivirte Feld ist, bietet der Kohlenstoff für sich und in seinen unorganischen Verbindungen in technischer Beziehung nur wenige bemerkenswerthe Seiten. Die Gewinnung von Kienruß, Lampenruß, Holz- und Steinkohle erfordert weder chemische Proceduren noch Apparate. Die Darstellung und Verwendung der Kohlensäure zur Bereitung mousirender Getränke ist früher bereits beschrieben worden. Es bleibt hiernach nur eine, aber die bedeutendste Industrie der Erzeugung der Kohlenwasserstoffgase, die Leuchtgasfabrikation für unsere Betrachtung übrig.

Wo immer wir in der Natur oder in technischen chemischen Processen einer Verbindung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff begegnen — stets ist sie hervorgegangen aus der Zersetzung organischer, vorherrschend pflanzlicher Stoffe. Es gibt deren zwei, die unsere Aufmerksamkeit verdienen, nämlich das leichte oder Einfachkohlenwasserstoffgas CH_2, dessen spezifisches Gewicht 0,5 ist, und das schwere oder Doppeltkohlenwasserstoffgas CH von 0,9 spezifischem Gewicht. Beide machen in wechselnden Verhältnissen den Hauptbestandtheil des consumirten Leuchtgases aus.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas, auch Sumpf- und Grubengas genannt, weil es sich in der Tiefe stehender Gewässer durch Zersetzung von Pflanzentheilen sowie in den Steinkohlengruben bildet, brennt mit schwach leuchtender Flamme; das Doppeltkohlenwasserstoffgas bildet dagegen eine glänzend leuchtende Flamme. Man hat das letztere auch Aethylen- und ölbildendes Gas genannt, weil es mit Chlor zu einer ölartigen Flüssigkeit sich verbindet. Diese Gase entstehen bei der trockenen Destillation organischer Körper, d. h. wenn ein solcher bei Abschluß der Luft erhitzt wird. Es lassen sich daher die mannichfaltigsten Stoffe zur Fabrikation von Leuchtgas verwenden; allein es hat dieselbe sich so vorherrschend auf die Steinkohle beschränkt, daß wir nur diese in Betracht nehmen.

In der Experimentalchemie dient zur Erläuterung des Zersetzungsprocesses der Steinkohle der folgende Versuch. Ein alter Flintenlauf wird in der Mitte durchschnitten und sein Zündloch vernietet. Man füllt somit ein eisernes Rohr A (Taf. 5, Fig. 1), das mit gröblichem Pulver von Steinkohle angefüllt und in einem Rostofen bis zum Rothglühen erhitzt wird. In der Vorlage B sammeln sich ammoniathaltiges Fruchtwasser und Theer, dessen flüchtigere Stoffe sich theilweise noch in C verdichten, während brennbare Luft und Gase durch die aufgesteckte Röhre entweichen.

h anzünden lassen. Als Rückstand enthält das isenrohr Coaks in Gestalt einer porösen, schlackigen assе.

Die Hauptproducte der Destillation sind also: brenne Gase und Dämpfe, Theerwasser und Theer; es d dieselben, denen wir auch bei der Fabrikation im roßen begegnen. Nicht jede Steinkohle ist in gleicher eise geeignet zur Gaserzeugung; denn wenn auch i allen der Kohlenstoff der vorwaltende, über 80 Prot betragende Bestandtheil ist, so findet doch ein trächtlicher Unterschied in ihrem Gehalt an Sauerff und Wasserstoff statt, welch letzterer zur Gasdung das wesentliche Element ist. Im allgemeinen d die beim Brennen zusammenbackenden Kohlen zur sgewinnung die geeignetsten. Es liefern 50 Kilo nachbenannten Kohlen an Gas in englischen Kufußen: Zwickau 400, Ruhrkohle 500, Cannelkohle 0, Bogheadkohle 700, in runder Zahl, und hinterlen 30—35 Kilo Coaks.

Alle Steinkohlen enthalten durchschnittlich 0,8 Prot Stickstoff und wechselnde Mengen von Eisenkies r Zweifach-Schwefeleisen FeS_2, die ebenfalls an der rsetzung sich betheiligen. Das rohe Leuchtgas ist her ein Gemisch sehr verschiedener Gase, welche ch ihrem Werth für die Beleuchtung vier Gruppen den: 1) schweres und leichtes Kohlenwasserffgas, gutleuchtende Bestandtheile; 2) Kohlenyd- und Wasserstoffgas, schwach leuchtende, aber tze gebende; 3) Stickstoff- und Kohlensäure-s, verdünnende, die Leuchtkraft vermindernde; und Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgas, ädliche Bestandtheile, welche die Brauchbarkeit des uchtgases in dem Grade beeinträchtigen, daß sie rchaus entfernt werden müssen. Auch die Kohlenre läßt sich aus dem rohen Gas entfernen, wähd wir kein Mittel besitzen, das Verhältniß seiner igen Bestandtheile zu ändern. Endlich sind demen noch Dämpfe von Theer und flüchtigen Kohlenfferstoffen, wie Benzol u. a., beigemengt. Die Fakation zerfällt demnach in die Erzeugung, in die inigung und Vertheilung des Leuchtgases.

Zur Erzeugung des Leuchtgases dient der Gasn, Fig. 2 von vorn abgebildet. In demselben en fünf Ω förmige Retorten AA″ von genntem Thon zu drei und zwei übereinander. Sie den mit Steinkohle in groben Stücken gefüllt und einschaftlich geheizt. Aus dem vordern hervorenden Theile jeder Retorte führt ein Abführungsr HH aufwärts, das oben durch ein Knieſtück e g. 3) mit dem abwärtsgehenden Schenkel nn verden ist. Letzterer mündet in einen zur Aufnahme Theers und Theerwassers bestimmten horizontalen, Vorlage dienenden Kanal GG (Fig. 2). Den tern Verlauf der Operationen verfolgen wir in . 15, wo der Gasofen im seitlichen Durchitt sich darstellt, mit den Retorten CC′, dem Abungsrohr T und der Vorlage B. Man ersieht die Art des Verschlusses der Retorten an ihrem orstehenden Kopftheil vermittels aufgeschraubter el, sowie die Art der Füllung bei der untern rte C′. Die Heizung der Gasretorten geschieht Steinkohle und mit den bei der Fabrikation t abfallenden Coaks. Ihre Führung ist von ntlichem Einfluß auf die Menge und Beschaffendes erzeugten Gases; es empfiehlt sich, die einhrte Kohle möglichst rasch zu erhitzen. In vier bis Stunden ist die Destillation vollendet. Von größWichtigkeit ist es, daß die in der Retorte befindn Gase nur eine geringe Spannung besitzen, weil ein Theil derselben durch die poröse Thonmasse entweicht und ein anderer Theil sich unter Abscheidung von Graphit zersetzt. Ja es hat sich für die Schnelligkeit und Ausgiebigkeit der Gaserzeugung sehr vortheilhaft erwiesen, den Druck innerhalb der Retorten künstlich zu vermindern. Es geschieht dies durch die sogenannten Exhaustoren, Vorrichtungen, welche in der Art von Luftpumpen wirkend, das Gas rasch aus der Retorte und weiter befördern. Als Beispiel diene der Exhaustor von Beal (Fig. 4), der Hauptsache nach aus einem fest aufsitzenden Cylinder A bestehend, in welchem ein zweiter Cylinder B excentrisch um seine Achse sich dreht und durch das Spiel der verschiebbaren Scheidewände bb die Gase in der von den Pfeilen angedeuteten Richtung aus der Retorte der Leitung zuführt. Zu genauerm Verständniß würde eine Reihe ins einzelne gehender Zeichnungen erforderlich sein.

Die nachfolgenden Vorrichtungen Fig. 15 dienen zur Reinigung des Gases. In B wird nicht aller Theer abgesetzt, vielmehr ein Theil in Dampfform, ein anderer mechanisch vom Gas weiter geführt. Indem dieses jedoch ein System verbundener Röhren D, die unten durch Wasser abgesperrt sind, passiren muß, gibt es seinen Gehalt an Theer und Ammoniak größtentheils ab. Ein Heberohr H dient zum Ablassen der damit gesättigten Flüssigkeit aus E. Von energischer Wirksamkeit zur Fortsetzung des Reinigungsgeschäfts erweisen sich die sogenannten Shrubber OO, Cylinder, die mit Coaks oder Scherben gefüllt sind, über welche durch eine besondere Vorrichtung beständig kaltes Wasser rieselt. Vortheilhaft erweist es sich, demselben etwas Schwefelsäure zuzusetzen, wodurch das Ammoniak dem Gas vollständig entzogen wird. Letzteres enthält jetzt als schädliche Beimischung noch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, und wird zu deren Entfernung in einen Behälter M geleitet, wo es wiederholt über die Reinigungsmasse, welche etagenweise auf Horden ausgebreitet ist, hinzustreichen gezwungen ist. Dieselbe besteht aus einem Gemenge von gelöschtem Kalk (Kalkhydrat) mit Eisenvitriol, dem zur Auflockerung etwas Sägemehl hinzugefügt wird; diese Stoffe zersetzen sich in Gips und Eisenoxydhydrat mit überschüssigem Kalkhydrat, welches die Kohlensäure aus dem Leuchtgas hinwegnimmt. Dessen Schwefelwasserstoff wird von dem Eisenoxydhydrat gebunden unter Bildung von Schwefeleisen. Wenn die Reinigungsmasse ihre Wirksamkeit verloren hat, so wird sie herausgenommen und einige Zeit an der Luft liegen gelassen, wodurch sie wieder wirksam wird, indem das Schwefeleisen durch rasch eintretende Oxydation sich in Eisenvitriol zurückverwandelt. Hierbei entgeht jedoch ein Drittel des vorhandenen Schwefels der Oxydation und wird ausgeschieden. Daher nimmt bei fortgesetztem Gebrauch der Reinigungsmasse ihr Schwefelgehalt zu und erreicht bis 60 Procent, sodaß dieselbe in der Schwefelsäurefabrikation Verwendung findet, indem man den Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt (vgl. S. 21). In neuerer Zeit wird als Reinigungsmasse mit Vortheil ein Gemenge von Kalkhydrat mit natürlichem Eisenoxydhydrat, sogenanntem Rasenerz, verwendet.

Leuchtgas darf, in Kalkwasser geleitet, dasselbe nicht weißlich trüben, sonst enthielte es Kohlensäure, Bleilösung nicht schwärzen, sonst wäre es schwefelwasserstoffhaltig, und rothes Lackmuspapier nicht blau färben, was einen Gehalt an Ammoniak anzeigen würde. Hat es diesen Grad von Reinigung erreicht, so wird es nach dem Gasometer G geleitet, einem großen, aus Eisenblech luftdicht vernieteten Behälter, der bei geöffnetem Zugangsrohr S sich erhebt und mit Gas füllt,

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Druck, unter welchem es ausströmt; ist dieser zu
. so mischt sich am Ort der Ausströmung zu viel
bei, und der untere blaue Theil der Flamme ver-
ert sich in nachtheiliger Weise. Durch zweckmäßige
ung des Hahns läßt sich die Ausströmung reguliren.
an rechnet für einen gewöhnlichen Brenner auf
Stunde einen Gasverbrauch von 4—5 Kubikfuß
verlangt, daß seine Lichtstärke der von 12—18
ɔskerzen gleichkommen soll, was durch die Photo-
rie genau ermittelt wird.
ɔgleich das dem Kohlenstoff in gewissen chemischen
nschaften nahestehende Element Silicium ein
ndtheil der allverbreiteten Kieselerde ist und
: einen hervorragenden Antheil an der Zusammen-
ıg der Erdrinde hat, so ist doch keine seiner Ver-
ungen für sich Gegenstand einer bemerkenswerthen
ischen Industrie, und dasselbe gilt für das Bor,
ɔhnehin eins der seltener vorkommenden Elemente ist.

8. Chlor.

u den nichtmetallischen Elementen gehört endlich
aus dem Chlor, Brom, Jod und Fluor ge-
te Gruppe von gemeinschaftlichem Charakter, von
ɔen jedoch nur das erstgenannte massenhaft auf-
und in der chemischen Technik eine Rolle spielt.
as Chlor, Cl = 35, bereits gegen Ende des
gen Jahrhunderts entdeckt, ist doch erst zu Anfang
gegenwärtigen als ein Element erkannt worden.
ist ein gelblich-grün gefärbtes Gas, $2^1/_2$mal schwerer
Luft, von ganz eigenthümlichem Geruch, die Ath-
ıgsorgane heftig angreifend und daher sehr giftig.
ch starken Druck läßt es sich in eine braungelbe
ssigkeit verwandeln und in Wasser ist es ziemlich
ich. Das Chlor ist mit einer energischen Ver-
ɔdtschaftskraft begabt. Nur wenige Körper wider-
ɔn seiner zersetzenden Einwirkung, die sich beson-
· gegen organische Stoffe so eingreifend erweist,
dieselben bei längerer Einwirkung durch Chlor
ig zerstört werden. Hierauf beruht jedoch die
ɔtige Anwendung des Chlors als Desinfections-
el, insbesondere aber zum Bleichen. Von seinen
bindungen sind am wichtigsten das Chlorna-
um NaCl, bekannt als unser gewöhnliches Salz
: Kochsalz, und die aus demselben dargestellte
lorwasserstoffsäure ClH oder Salzsäure.
ein Körper von so kräftiger Verwandtschaft, wie
Chlor sie besitzt, kann im unverbundenen Zu-
ɔde im Bereich der Natur sich nicht vorfinden. In
That ist fast alles Chlor, das existirt, mit Na-
m zu Kochsalz vereinigt, das theils in Gestalt von
ɔinsalz gebrochen wird, theils in den Salzquellen
ɔ im Meerwasser gelöst ist. Sein Gehalt an
or beträgt 60 Procent.
Wenn Kochsalz mit Schwefelsäure gemischt und er-
t wird, so entwickelt sich Chlorwasserstoffgas,
l, und es hinterbleibt schwefelsaures Natron,
$_2O$, SO_3, in der Technik Sulfat genannt. Dieser
ɔceß wird im größten Maßstab als erster Act bei
Sodafabrikation vollzogen und liefert das Chlor-
serstoffgas als Nebenproduct, welches, in Wasser
itet bis zu möglichster Sättigung, die wässerige
orwasserstoffsäure, gemeinhin Salzsäure genannt,
et. Die Menge dieser nebenher gewinnbaren Säure
eist sich so außerordentlich, daß sie den Bedarf
rsteigt, weshalb die Sodafabrikanten es vortheil-
ɔer fanden, das salzsaure Gas in die Luft ent-
chen zu lassen, statt es in Wasser zu verdichten.
ɔin weit und breit wurde durch diese sauren
mpfe die Vegetation geschädigt, sodaß in England
ɔzliche Vorschriften den Fabrikanten zwingen, nur
höchstens 5 Procent derselben in die Atmosphäre über-
gehen zu lassen. Um das Gas durch Wasser zu ab-
sorbiren, bedient man sich entweder der zweihalsigen
Wulf'schen Flaschen von Steingut oder sogenannter
Verdichtungsthürme.

Wir erblicken in Taf. 7, Fig. 4 eine Kette oder einen
Strang solcher Flaschen, deren nicht unter 20—70
miteinander verbunden werden. a ist ein Trichter,
durch welchen Wasser in die erste Flasche eingegossen
wird, das durch die Seitenöffnungen ee von links
nach rechts fließt, entgegen dem Strom des salzsauren
Gases, das vom Sulfatofen (S. 29) kommend durch die
gebogenen Schenkel cc sich bewegt. Das Wasser, stets
aufs neue dem Gas begegnend, absorbirt dasselbe, es
erreicht endlich die letzte Flasche und fließt in mög-
lichst gesättigtem Zustande als rauchende Salzsäure
aus derselben aus. Ungeachtet dieser zweckmäßigen
Einrichtung entweichen bei diesem System noch 15 bis
20 Procent Gas. Die Verdichtung desselben geschieht am
vollständigsten durch die erwähnten Thürme, hohle Cy-
linder von 12—38 Meter Höhe, die mit Stücken von
Coaks gefüllt sind, über welche von oben herab Wasser
rieselt, während das Gas von unten aufsteigt. Die
Hauptschwierigkeit zur Errichtung derselben liegt in
der Beschaffung eines Steins und Bindemittels, das
hinreichend lange dem Angriff der entstehenden Salz-
säure Widerstand leistet. Man wählt hierzu Sand-
steine, die, erforderlichenfalls mit heißem Theer
getränkt, durch Fugen verbunden und mit einem
Mörtel aus Thon und Theer verkittet werden. Fig. 3
zeigt den Unterbau eines solchen Verdichtungthurms
im Durchschnitt. A Fundament des Thurms; B un-
teres Stück desselben; rr Roste, auf welchen die Coaks
ruhen; C Raum unterhalb derselben, in welchem sich
die gebildete Salzsäure sammelt; i Abzugsrohr für
dieselbe nach dem Behälter D; b Rohr zur Ueber-
führung der Säure von dessen Boden nach E, von
wo sie abgelassen wird. Die gasförmige Säure ge-
langt vom Sulfatofen zuerst nach E und geht durch
a und a' unter den Rost des Thurms.

Die also gewonnene Salzsäure wird in vielen che-
misch-technischen Operationen verwendet, deren einige
ihre Entstehung erst der Zeit verdanken, in der sie
eins der wohlfeilsten Producte geworden ist. Aus-
schließlich dient sie jedoch zur Erzeugung des Chlors
selbst sowie des Chlorkalks.

Wenn Salzsäure mit gepulvertem Braunstein,
d. i. Mangan-Ueberoxyd MnO_2, erwärmt wird, so
tritt eine Zersetzung ein, als deren Producte Man-
ganchlorür $MnCl_2$, Wasser und freies Chlor auf-
treten, entsprechend der folgenden Gleichung: $MnO_2 + 4\,ClH = MnCl_2 + H_2O + Cl_2$. Die Hauptver-
wendung findet für diesen Zweck das Chlor zum
Bleichen, allein es erweist sich die ebengenannte
Bereitung desselben nicht vortheilhaft; man zieht hierzu
die Anwendung des Chlorkalks oder Bleichkalks
vor, der daher Gegenstand der Fabrikation ist.

Der Chlorkalk wird gebildet, wenn Chlorgas über
Kalkhydrat, d. i. gelöschten Kalk, geleitet wird. Man
bedarf deshalb einer größern Vorrichtung zur massen-
haften Entwickelung des Chlors. Eine solche sehen
wir Fig. 5 mit Hinweglassung der Vorderwand
abgebildet. Der eigentliche Chlorentwickler ist ein
aus massivem Sandstein gehauener Trog A, dessen
Wände aa in eine Ummauerung ww mit einer
2 Centimeter dicken Schicht von Pech eingekittet sind;
er ist oben durch eine Sandsteinplatte p geschlossen,
durch welche der Braunstein (bis 10 Ctr.) eingebracht
und auf einem Rost von Sandsteinprismen vertheilt
wird; q ist eine Oeffnung zum Eingießen der Salz-

säure, v Oeffnung und u Rohr zum Einführen des heizenden Dampfes; sr Kanal zum Ableiten des Chlors in die Kalkkammer; zwischen bb breite Oeffnung zum Entleeren der Rückstände, verschließbar durch einen aufgeschraubten Deckel d. Alle genannten Theile sind aus Sandstein gefertigt und in Theer bis zur Sättigung gekocht worden. In Fig. 6 sehen wir den Gasentwickler in Thätigkeit aufgestellt; xy leitet heißen Dampf in denselben; das Chlor tritt aus z durch eine Leitung von Thon a in die Flasche b, um hier Wasser abzugeben und sich abzukühlen, und geht dann weiter durch d in die Kalkkammer. Dieselbe ist entweder, ähnlich den Schwefelsäurekammern, aus Bleiplatten oder aus in Theer gekochten Bretern angefertigt und enthält auf Hürden ausgebreitet zu trockenem Staube gelöschten Kalk, über welchen das Chlor hinstreicht unter Bildung von Chlorkalk.

Der Chlorkalk ist durchschnittlich ein Gemenge in gleichen Theilen von unterchlorigsaurem Kalk $CaCl_2O$, Chlorcalcium $CaCl_2$, Kalk CaO und Wasser H_2O; er ist ein weißes, leicht zusammenballendes Pulver von eigenthümlichem, chlorähnlichem Geruch. In Wasser zum Theil löslich, bildet er die Bleichflüssigkeit, auch Bleichwasser genannt, in welche die zu bleichenden Stoffe eingelegt werden. Beim Zusatz einer Säure entwickelt der Chlorkalk rasch eine reichliche Menge von Chlorgas.

Chemische Technologie der Metalle.

(Tafel 6 und 7.)

In der früher gegebenen Uebersicht der Elemente begegnen wir zuerst der Gruppe der leichten Metalle, also genannt, weil sie theils leichter, theils nur wenig schwerer sind als Wasser. Die bekanntern oder besser gesagt, die häufiger vorkommenden derselben sind das Kalium, Natrium, Calcium, Barium, Strontium, Aluminium und Magnesium. Als weitere charakteristische Eigenschaft derselben gilt ihre große Verwandtschaft zum Sauerstoff, sodaß man niemals eins derselben in metallischem oder gediegenem Zustand antrifft und die meisten, um sie vor Oxydation zu schützen, in Steinöl aufbewahrt werden müssen, das keinen Sauerstoff enthält. Ihre Darstellung ist erst in diesem Jahrhundert gelungen.

Die leichten Metalle spielen eine große Rolle in der Mineralogie, denn ihre Oxyde bilden unter dem Namen von Kali, Natron, Kalk, Baryt, Bittererde (oder Magnesia) und Thonerde, in Verbindung mit Kieselerde die Gesteine und Felsen, aus denen die Erdrinde zusammengesetzt ist. Weniger interessant erscheint dagegen die chemische Industrie derselben, nicht etwa, weil sie unbedeutend ist, sondern weil die darin angewendeten Operationen fast durchgehends sehr einfacher Art sind, wenig Aufwand von künstlichem Apparat bedürfen und der Beschreibung fast nur die Aufzählung von Glühen, Schmelzen, Mahlen, Lösen, Filtriren, Niederschlagen, Krystallisiren u. s. w. bieten, wie solche beispielsweise bei dem Kalk- und Cementbrennen, bei der Ultramarin-, Soda-, Salpeter- und Alaunfabrikation vorkommen. In andern Zweigen, wie in der Töpferei und Glasfabrikation, tritt dagegen der chemische Proceß in Betracht der Handarbeit und des Antheils, welchen die Kunst nimmt, fast gänzlich in den Hintergrund.

Die Gewinnung der schweren Metalle aus ihren Erzen bietet dagegen der Beschreibung mehrfach ein höchst anziehendes Feld, und es genügt der Blick in ein Hüttenwerk, um dies zu bestätigen. Allein auch hier ist der chemische Proceß in wenigen Grundzügen vorgezeichnet; die Hauptarbeit ist eine vulkanische, in der Führung von Schmelzöfen, Poch-, Hammer- und Walzwerken bestehende. Sie bildet mit der Förderung der Erze die Aufgabe des Berg- und Hüttenwesens, dem ein besonderer Theil des Atlas gewidmet ist.

Wir beschränken uns daher auf die Skizzirung der Gewinnung der populärsten Chemikalien aus dem Reich der metallischen Elemente, nämlich der Pottasche, des Kochsalzes und der Soda.

Wenn Holzasche mit heißem Wasser übergossen wird, so besitzt die bräunlich gefärbte ablaufende Flüssigkeit, Lauge genannt, außer einem eigenthümlichen, alkalisch bezeichneten Geschmack, die Eigenschaft, Fette aufzulösen, weshalb zur Zeit, wo Holz noch allgemeine Brennstoff war, in jeder Haushaltung die Asche sorgfältig gesammelt und die aus ihr bereitete Lauge zum Waschen verwendet wurde. Es beruht dies darauf, daß die Asche der Pflanzen kohlensaures Kali K_2CO_3 enthält, das beim Eindampfen der Lauge als ein braun gefärbter Rückstand bleibt, der jedoch durch starkes Glühen oder Calciniren in graulich-weiße, körnig-pulverige Masse bildet, welche Pottasche genannt wird.

In früherer Zeit, wo bei einer geringern Bevölkerung noch manche Theile von Deutschland mit ausgedehnten Wäldern bedeckt waren und das Holz wegen Mangel an Bedarf und Transportmitteln fast keinen Werth hatte, da wurde inmitten derselben die Pottaschensiederei betrieben. Gefälltes Holz und Stockwerk wurde in Gruben verbrannt, die Asche in eine Reihe von Tonnen mit doppeltem Boden gebracht, ausgelaugt, indem man die von der ersten abgezogene Lauge auf die folgende goß und so fort, um möglichst concentrirte Lauge zu erhalten. Ein einfacher eiserner Kessel genügte zum Eindampfen derselben.

Heutzutage hat die Pottaschensiederei sich gezogen nach dem südöstlichen Europa, Rußland, Amerika, und unterscheidet sich fast nur durch verbesserte Vorrichtungen zum Eindampfen von der alten. Taf. 6, Fig. 9 eine solche zeigt, wo eine flache Pfanne g durch in Zügen darunter hergehendes Feuer erhitzt wird, das zugleich den als Vorwärmer dienenden Kessel c umspielt. Wenn die Lauge zu einem dicklichen Brei eingesotten ist, läßt man sie auf die Sohle eines Flammofens ablaufen, wo sie, von oben erhitzt, zu einer harten Masse gebacken und nachher der Calcination unterworfen wird.

Die Pottasche ist ein chemisches Rohproduct, welches durchschnittlich 60 Procent kohlensaures Kali, außerdem schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Kieselerde und einige metallische Beimengungen enthält, die mitunter ein bläuliches oder röthliches Ansehen geben. Sie ist um so vorzüglicher, je größer ihr Gehalt an ersterm ist, und findet in der Fabrikation von Salpeter, Glas und Seife eine unersetzliche Verwendung. An Luft ausgesetzt, zieht sie aus derselben Wasser an und zerfließt, da sie in demselben höchst löslich ist. Pottasche läßt sich daher von den sie begleitenden Salzen reinigen, wenn man dieselbe mit wenig Wasser übergießt, die entstandene Lösung von den unlöslich bleibenden Salzen abzieht und verdampft, wodurch man ein schneeweißes kohlensaures Kali erhält.

Da die Gewinnung der Pottasche aus Pflanzenasche mit der sich ausdehnenden Cultur mehr und mehr in Frage gestellt wird, so war man bestrebt, sie auf andere Weise zu bewerkstelligen, und es liegt nahe, an dieselbe Bezugsquelle zu denken, aus der die Pflanze das Kali bezieht, an die kalihaltigen Minerale des Erdbodens. Die vielverbreiteten

thgesteine enthalten Kali, aber an Kieselsäure ge-
iden, in unlöslichem Zustande. Es ist jedoch der
nischen Technik noch nicht in befriedigender Weise
ungen, aus dem Feldspath kohlensaures Kali dar-
ellen, und dasselbe gilt für des letztern Gewinnung
s Chlorkalium, Aufgaben, deren Lösung mit der
t zu erwarten ist.

Wenn Pottasche mit Kohlenpulver vermischt in einem
parat von Schmiedeeisen der Weißglühhitze aus-
ezt wird, so tritt eine Zerlegung ein. Das Kali
t seinen Sauerstoff ab an Kohle, und freigewor-
es Kalium, K = 39 destillirt über in eine mit
einöl gefüllte Vorlage; dasselbe bildet weiß metall-
inzende kleine Kugeln, die auf Wasser geworfen
genblicklich sich entzünden und mit röthlich-violetter
amme verbrennen. Dieses merkwürdige Metall wurde
t im Jahre 1807 entdeckt.

Von den übrigen Salzen des Kaliums haben tech-
che Bedeutung das Chlorkalium KCl, das
wefelsaure Kali K_2SO_4 und der Salpeter oder
petersaures Kali KNO_3. Die beiden erstgenannten
rden gegenwärtig in großer Menge aus dem soge-
nnten Abraumsalz einiger Salzlager gewonnen,
n welchen das bei Staßfurt das bedeutendste ist. Die-
s Salzlager ist der Rückstand eines eingetrockneten
eeres und enthält dessen Salze in einer ihrer Löslichkeit
ntsprechenden Reihenfolge, sodaß zu unterst der schwer
sliche Gips liegt, worauf ein mächtiges Lager von
teinsalz (Chlornatrium NaCl) folgt, über welchem
e etwa 50 Meter starke Schicht von Abraumsalz
egt, also genannt, weil es früher als werthlos be-
achtet und abgeräumt wurde. Fig. 1 dient zur Ver-
nschaulichung der beim staßfurter Salzlager sich vor-
ndenden Verhältnisse: e Steinsalz, dd Abraumsalz,
Mergelschicht.

Die Schicht des Abraumsalzes besteht wieder aus
ner untern Region, 90 Procent Steinsalz mit Poly-
alit (aus Gips, schwefelsaurer Magnesia und Kali
estehend) enthaltend; einer mittlern, 60 Procent
teinsalz mit Kieserit (schwefelsaure Magnesia) ent-
altend, und einer obern Region, 25 Procent Stein-
alz und Carnallit (aus Chlorkalium und Chlor-
agnesium bestehend) enthaltend. Die Abraumsalze
nden eine wichtige Verwendung als Dungsalz und
erden ausgebeutet zur Gewinnung von Chlorkalium
nd schwefelsaurem Kali, welch ersteres zur Salpeter-
nd letzteres zur Alaunfabrikation benutzt wird.

Das bereits mehrfach angeführte Kochsalz, seiner
hemischen Zusammensetzung entsprechend Chlorna-
rium NaCl genannt, hat in erster Linie seine alt-
erechtigte Bedeutung als unentbehrliches Nahrungs-
nittel. Wie gering auch die Menge desselben er-
cheinen mag, die wir tagtäglich den Speisen zusetzen,
o ist dieselbe doch von wesentlichem Einfluß auf unser
Wohlbefinden, und die Salzsteuer, wohlberechnet, in-
ofern niemand sich ihr entziehen kann, ist keineswegs
wohlberechtigt, da Salz ein Bedürfniß auch des Aerm-
ten ist. Nicht überall hat die Natur dem Menschen,
er im Durchschnitt jährlich 16 Kilo desselben bedarf,
as Kochsalz genügend geboten. Man erzählt von
Oertlichkeiten an der Goldküste von Afrika, wo für
eine Steinsalzplatte, so groß, daß ein Neger mit bei-
den Füßen auf derselben zu stehen vermag, der ganze
Neger feil ist, und daß die höchste dem Gast erwiesene
Gunst darin besteht, daß ihm erlaubt wird, zu lecken
an einem Stück solchen Salzes, das der Gastfreund
wie ein Amulet am Halse trägt.

Im übrigen spendet uns die Natur das salzige
Labsal in dreierlei Weise, in Gestalt eines festen Mi-
nerals als sogenanntes Steinsalz, gelöst in Quell-
wasser als Salzsole, und endlich im Meereswasser,
durch dessen Verdunstung an der Luft das Seesalz
gewonnen wird.

Der Salzgehalt der Solen sinkt von 32 Procent,
welchen die lüneburger, die stärkste aller bekannten
Solen, besitzt, bei andern herab bis unter 5 Procent,
die alsdann die Arbeit zur Salzgewinnung nicht mehr
lohnen. Dieselbe wird hauptsächlich vertheuert durch
den Aufwand des zur Verdampfung des Wassers er-
forderlichen Brennstoffs. Man ist daher bemüht,
schwächere Solen durch freiwillige Verdunstung, die
sogenannte Gradirung, möglichst zu concentriren,
bevor sie auf die Siedepfannen gebracht werden.
Hierzu dienen die Gradirhäuser oder Gradir-
baue, wovon Fig. 2 eine Abbildung gibt. Ein
aus Holz gezimmertes Gerüst von mehrern Stock-
werken CC ist ausgefüllt mit aufgeschichtetem Reisig
von Schwarzdorn. Durch ein Pumpwerk wird die
Sole in den zu oberst befindlichen flachen Behälter D
gebracht, von wo sie aus den Hähnen ee ausfließend
über die Dornen sich ausbreitet und in einen untern
Behälter A herabtröpfelt. Die lange Seite des Gradir-
baues ist senkrecht auf die Richtung des herrschenden
Windes gerichtet, und die durch denselben gehende
Luftströmung nimmt einen Theil des Wassers aus
der über das Dornreisig ausgebreiteten Sole hinweg,
sodaß sie unten stärker ankommt, als sie oben aufge-
gossen wurde. Durch erneutes Hinaufpumpen und
Herabfließenlassen wird dieselbe auf den siedwürdigen
Grad gebracht.

In flachen Siedepfannen wird nunmehr die Sole
durch ein darunter hinstreichendes Feuer erhitzt und
weiter eingedampft, bis das Kochsalz in Gestalt kleiner
Würfelchen, die sich zu Treppenpyramiden aneinander
gruppiren, herauskrystallisirt.

Die Solen sind niemals reine Kochsalzlösungen,
sie enthalten mehr oder weniger andere Salze, die
gelöst bleiben, nachdem ersteres herauskrystallisirt und
auf diese Weise die sogenannte Mutterlauge bil-
den, die Chlormagnesium, Chlorcalcium, schwefelsaures
Natron u. s. w., darunter bei manchen Solen auch
Verbindungen von Brom und Jod enthält und vor-
nehmlich für Heilzwecke zu Bädern verwendet wird.

Das Kochsalz dient aber ferner als Grundlage der
größten chemischen Industrie, als Rohmaterial zur Fa-
brikation der Soda, d. i. des kohlensauren Na-
trons $NaCO_3$. Gleich der Pottasche wurde die Soda
bis zu Anfang dieses Jahrhunderts aus Asche ge-
wonnen, jedoch durch Verbrennung gewisser an und
im Meere wachsender Pflanzen, der sogenannten Salz-
kräuter und Tange. Außerdem wurde eine unreine
Soda unter dem Namen von Trona aus den Salz-
seen Aegyptens und Armeniens in den Handel ge-
bracht.

Beide Bezugsquellen sind heutigestags ganz in den
Hintergrund getreten durch die Ueberführung des Koch-
salzes in Soda. Die Auffindung des hierzu einzu-
schlagenden Wegs war seinerzeit für die Chemie keine
leichte Aufgabe, und es bedurfte politischer Verwicke-
lungen und ermunternder Preisgebote, um ihre Lösung
herbeizuführen, welche 1790 von dem Franzosen Le
Blanc gelöst wurde, jedoch mehr theoretisch als prak-
tisch, da der eigentliche Aufschwung der Sodafabrika-
tion seit Anfang der zwanziger Jahre in England
durch James Mußpratt begründet wurde.

Dieselbe beginnt mit der Verwandlung des Koch-
salzes in schwefelsaures Natron Na_2SO_4, in der
Industrie Sulfat genannt, indem ersteres mit Schwe-
felsäure der Destillation unterworfen wird, was in
den Sulfatöfen geschieht, wovon wir in Taf. 7,

Fig. 1 und 2 den Längs- und Querschnitt erblicken. Der Zersetzungsproceß geschieht in einer flachen Schale A aus Gußeisen, die mit feuerfesten Steinen überwölbt ist und in welche durch die Thür Z 6—14 Ctr. Kochsalz und etwa gleich viel Schwefelsäure durch ein Bleirohr eingetragen und durch Umrühren möglichst gut vermischt werden. Das hierbei unter heftigem Aufschäumen massenhaft sich entwickelnde Chlorwasserstoffgas ClH entweicht durch das Thonrohr C und wird, wie früher (S. 27) ausführlich beschrieben worden ist, zu wässeriger Salzsäure verdichtet. Zur völligen Zersetzung des Gemenges muß dasselbe jedoch stärker erhitzt werden und wird deshalb durch die Oeffnung n in die sogenannte Muffel B hinübergezogen. Letztere ist ein von feuerfesten Steinen begrenzter, breiter und flacher Raum; die auf dem Treppenrost a angelegte Feuerung zieht über dessen Decke in den Kanal ff und geht durch die Züge gg' unter dem Boden der Muffel zweimal hin und her und tritt endlich zwischen ii bei p unter die Schale A. Auf diese Weise empfängt die Muffel die stärkste Hitze, und indem durch drei seitliche Thüren die Masse öfter mit Krücken umgearbeitet wird, findet die vollständige Zersetzung statt; die hier noch ausgetriebene Salzsäure wird durch D nach den Verdichtungsvorrichtungen geführt.

Das erzeugte Sulfat ist ein weißes Pulver. Ein großer Theil desselben wird an die Glasfabrikation abgegeben, ein kleiner Theil durch Auflösung zur Krystallisation gebracht und als Glaubersalz in der Medicin verwendet, der größte Theil dagegen zu Soda weiter verarbeitet. Zu diesem Zweck wird ein Gemenge von durchschnittlich gleichen Theilen Sulfat und grobgepulvertem Kalk mit Holz- oder Steinkohle, deren Menge in verschiedenen Fabriken zwischen 40 und 170 Gewichtstheilen schwankt, in einen Flammofen, Fig. 7, eingebracht, und zwar zuerst auf die höhere Etage desselben D zum Vorwärmen und nachher auf den Schmelz- und Glühraum C zum Fertigmachen. Von dem über dem Rost A entzündeten Feuer kommend, wird die Flamme von der gewölbten Decke des Ofens auf die Masse geworfen und diese ins Glühen gebracht. Durch seitliche Thüren wird dieselbe vermittels eiserner Stangen und Krücken tüchtig umgerührt. Es ist hierzu durchschnittlich eine Stunde Zeit erforderlich, und bei Tag und Nacht anhaltender Arbeit werden in 24 Stunden 16, 24 bis 36 Beschickungen fertig gemacht.

Die aus dem Ofen gezogene Rohsoda ist eine graue Masse und enthält als Hauptbestandtheil 30—40 Procent kohlensaures Natron, außerdem Schwefelcalcium, Kalk und kohlensauren Kalk, von welch letztern Bestandtheilen die Soda durch Auslaugen getrennt wird. Hierbei ist es von Wichtigkeit, mit dem geringsten Wasseraufwand möglichst concentrirte Laugen zu erhalten, was durch folgendes Verfahren geschieht. Ein System von eisernen Kästen CC (Fig. 8) ist treppenartig aufgestellt und durch Heber tt in Verbindung gebracht; in dieselben werden vom Boden abstehende Kasten mit Seitenlöchern a eingehängt, mit Sodaschmelze angefüllt und in den obersten Kasten frisches Wasser aufgegossen. Dasselbe kommt treppabwärts stets mit frischer Soda in Berührung und fließt gesättigt aus dem letzten Kasten durch den Hahn e in den Sammelbehälter R. Der oberste Kasten ist natürlich der zuerst ausgelaugte und wird durch den zweiten ersetzt, welchem treppauf die andern nachrücken, was vermittels der Querstangen und einer Hebevorrichtung an der Decke des Locals geschieht.

Läßt man eine heiß gesättigte Sodalösung langsam erkalten, so bilden sich schöne Krystalle dieses Salzes, welche 62 Procent Wasser enthalten. Diese krystallisirte Soda ist sehr rein von Beimengung anderer Salze, sie wird jedoch wenig fabricirt, da bei ihrer Versendung der Transport des Wassergehalts in Anschlag kommt. An der Luft verwittert die krystallisirte Soda, d. h. sie verliert ihr Wasser und zerfällt zu einem weißen Mehl.

Bei weitem der größte Theil der Sodalauge wird jedoch in eisernen Pfannen eingedampft und die erhaltene Salzmasse zur Austreibung alles Wassers in einem Flammofen calcinirt. Man erhält auf diese Weise die calcinirte Soda, welche an Reinheit der krystallisirten sehr nachsteht, denn sie enthält durchschnittlich in Procenten: 70—84 kohlensaures Natron, 1—12 Aetznatron, 8—10 schwefelsaures Natron, 3—4 Kochsalz, kleinere Mengen anderer Bestandtheile nicht gerechnet.

Der Verbrauch der Soda ist ein außerordentlich großer. Abgesehen von ihrer allgemeinen Verwendung in den Haushaltungen zum Waschen, wird dieselbe hauptsächlich in Anspruch genommen von der Seifen- und Glasfabrikation und unzähligen weitern chemischen technischen Operationen. Die Sodafabrikation hat auch in der Entwickelungsgeschichte der Industrie eine hervorragende Bedeutung gewonnen, weil mit ihrer Ausübung andere wichtige chemische Fabrikationen nothwendig zusammenhängen und dadurch Entstehung und Aufschwung erhielten, wie die der Schwefelsäure, Salzsäure, des Chlorkalks, die wiederum auf ganze Reihen anderer Industriezweige begünstigend einwirkten.

Chemische Technologie der organischen Verbindungen.

(Tafel 8 bis 10.)

Der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen ist bereits früher (S. 1) besprochen worden. Es wurde ferner ihrer ungeheuren Anzahl und Mannichfaltigkeit gedacht und dieselbe gehoben, daß die meisten aus den drei Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, wozu bei einer geringen Zahl als viertes Element noch der Stickstoff hinzutritt. Der Unterschied in den Eigenschaften der organischen Verbindungen besteht also nicht darin, daß sie verschiedene Elemente enthalten, sondern darin, daß in einem Molekül (S. 14) derselben eine ungleiche Anzahl von Atomen der genannten Elemente vorhanden ist und daß diese Atome verschiedenartig gruppirt sind. Es beruht hierauf die Eigenthümlichkeit, daß eine organische Verbindung in eine ganze Reihe von Verbindungen umgewandelt vermag, ohne Zuziehung eines neuen Elementes: Stärke $C_6H_{10}O_5$ verwandelt sich in Gummi $C_6H_{10}O_5$, dieser in Zucker $C_6H_{12}O_6$, dieser in Weingeist C_2H_6O, welcher endlich in Essigsäure $C_2H_4O_2$ übergeht. Wenn es dagegen sich darum handelt, z. B. Kochsalz in Soda überzuführen, so haben wir im Allgemeinen hergehenden erfahren, daß hierzu noch andere Stoffe nämlich Schwefelsäure, Kohle und Kalk zu Hülfe genommen werden müssen.

Charakteristisch für die organischen Verbindungen ist ferner die nahe Beziehung, in welcher die meisten zu unserm eigenen Körper stehen, sei es daß sie demselben als Nahrungs- oder Arzneimittel dienen. Daher kommt es, daß einige der großartigsten Industrien auf diesem Gebiet, wie die Brauerei, Brennerei, Bäckerei, Essig- und Zuckersiederei hervorgegangen sind aus der menschlichen Haushaltung. Sie sind deshalb geeignet, unser besonderes Interesse zu erregen, zumal als es denselben sich nachweisen läßt, welchen großen Einfluß

ie Anwendung wissenschaftlicher Grundsätze aus der hemie und Physik auf ihren Betrieb geäußert hat.

1. Bierbrauerei.

Die Bierbrauerei verwendet als Rohmaterial erste, Hopfen und Wasser. Ihre Aufgabe beteht darin, die in der Gerste enthaltene Stärke theilweise in Gummi, theilweise in Zucker überzuführen, ersteren in Gärung zu versetzen und dem also erzeugten Getränk durch Beigabe eines bittern und romatischen Stoffs Wohlgeschmack und größere Haltbarkeit zu verleihen.

Das Gerstenkorn besteht aus einer holzigen Hülle on unlöslichem Zellstoff und einem Mehlkörper, der twa 60 Procent Stärke, 10 Procent sogenannter iweißstoffe und bis 15 Procent Feuchtigkeit enthält; beim Verbrennen hinterläßt es 2 Procent Asche, eren Hauptbestandtheil phosphorsaurer Kalk ist.

Die Bierbrauerei zerfällt in drei Hauptoperationen, in as Malzen, in das Würzekochen und in die Gärung.

Zur Bereitung des Malzes wird die Gerste in er sogenannten Weiche, einer großen ausgemauerten isterne, mit Wasser übergossen und tüchtig umgerührt. ierbei schwimmen die tauben Körner oben auf und erden als nutzlos hinweggeschöpft. Nach 4—6 Stunden wird das Weichwasser abgezogen; es ist elblich gefärbt, indem es aus der Gerste sogenannte xtractive Stoffe aufgelöst hat, und nimmt leicht einen äuerlichen Geschmack und übeln Geruch an. Das Wasser muß daher rechtzeitig und öfter erneuert werden, und je nach Jahreszeit und Beschaffenheit der erste ist das Einweichen vollendet. Man erkennt s daran, daß die beträchtlich aufgequollenen Körner eich sind und daß beim Druck die Hülse leicht vom örper sich löst.

Es folgt nunmehr das Wachsen oder Keimen des Malzes. Zu diesem Zwecke wird die geweichte Gerste uf die Malztenne gebracht, einen sorgfältig geplatteten Boden, der sich am besten in einem Erdgeschoß efindet, daher Malzkeller genannt, sodaß darin ine möglichst gleich bleibende 10—12° R. betragende emperatur herrscht. Die Gerste wird entweder in eete ausgebreitet oder auf kleine Haufen von 12—15 entimeter gebracht, und es beginnt alsbald unter ntwickelung von Kohlensäure eine Erwärmung derselben einzutreten, welche in der Mitte eine Höhe von 7—20° R. erreicht und ohne Nachtheil 22° nicht ersteigen darf. Sowol deshalb, als auch um einen leichförmigen Gang der Malzbildung zu erzielen, erden die Beete oder Haufen öfter gewendet oder ngestochen, sodaß der mittlere, wärmere Theil oben zu egen kommt, ein wichtiges Geschäft, das viel Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordert und nach Umänden wiederholt wird. Hierbei findet die Entwickelung er Keime der Gerste statt, welche alsbald zum Vorhein kommen und die erforderliche Ausbildung gewonnen aben, wenn die Wurzelkeime anderthalb mal so lang nd als das Korn und der Blatt- oder Graskeim etwa alb so lang. Die Gerste ist jetzt in Malz verwandelt nd greift sich wollig oder filzig an, und wenn man nige Körner davon aufnimmt, so hängt an denselben re vier- bis achtfache Menge.

Die wichtigste hierbei vorgegangene Veränderung ist doch eine innerliche. Aus den Eiweißstoffen der erste hat sich ein eigenthümlicher Körper, Diastas enannt, gebildet, der die Eigenschaft besitzt, die Stärke berzuführen in Stärkezucker, und zwar erstreckt sich dieses ermögen auf eine viel größere Menge von Stärke ls in jedem Gerstenkorn selbst vorhanden ist. Man inn sich von dieser Zuckerbildung leicht überzeugen, indem man einen Stärkekleister mit etwas geschrotenem Malz vermischt, in mäßiger Wärme stehen läßt. Nach einiger Zeit beginnt der steife Kleister mehr und mehr flüssig zu werden und sein fader mehliger Geschmack verwandelt sich in einen süßen, herrührend von dem entstandenen Zucker. Man bedient sich daher auch des Malzes in der Branntweinbrennerei mit größtem Vortheil, um den Stärkegehalt großer Massen von Kartoffeln durch Zusatz von etwas Malz in Zucker zu verwandeln.

Da während der Malzbildung ein kleiner Theil des Stärkegehalts der Gerste in Zucker übergeht, so besitzt das Malz selbst einen süßlichen Geschmack; dasselbe würde, in dem feuchten Zustande befindlich, alsbald weiter auswachsen und grüne Blattkeime bilden und der Zersetzung und Verderbniß anheimfallen, dem durch rasches Trocknen oder Darren des Malzes Einhalt geschehen muß.

Geschieht dies lediglich durch Ausbreiten des Malzes an der Luft, so wird das Product Luftmalz genannt; in der Regel wird jedoch durch Anwendung künstlicher Wärme das Darrmalz erzeugt. Nicht nur wird durch letztere ein vollkommenes Trocknen der Körner erreicht, sondern es erhält das Malz hierbei ein eigenthümliches Röstungsaroma, das dem Bier den geschätzten angenehmen Darrmalzgeschmack verleiht. Zu diesem Zwecke wird das feuchte, etwas abgewelkte Malz auf den Darrboden b (Taf. 8, Fig. 1) gebracht, der aus durchlochten Eisenplatten oder Drahtgittern besteht und der von unten aufsteigenden heißen Luft den Durchgang gestattet; dd sind Stützen des Darrbodens; cc abschließende Wände. Die Feuerung befindet sich bei f und die erhitzte Luft nimmt den durch die Pfeile bezeichneten Weg aufwärts; ein kleines Dach e verhindert das Herabfallen der getrockneten Malzkeime in die Feuerung; gg sind Züge, durch welche nach Bedarf kalte Luft zugelassen werden kann. Da hier die bei der Feuerung entstehenden Verbrennungsproducte der heißen Luft beigemischt sind, so wird eine solche Einrichtung Rauchdarre genannt und zu ihrer Feuerung kann nur trockenes hartes Holz oder Coaks verwendet werden, da der übelriechende Rauch anderer Brennstoffe, wie von Torf, Braun- oder Steinkohle, das Malz verderben würde. Der geringere Preis der letztgenannten macht jedoch ihre Verwendung wünschenswerth, was ohne Nachtheil geschieht, wenn die Feuerluft in Doppelreihen von Kanälen cc (Fig. 2) unter der Darrplatte i hin- und hergeführt wird und durch ein Kamin entweicht. Die leicht abfallenden Malzkeime werden durch eine Kornfege getrennt und dienen als Viehfutter.

Gutes Darrmalz muß eine lichtgelbe Farbe, den eigenthümlichen, angenehmen Malzgeruch besitzen und süß schmecken; es muß vollbauchig sein, auf Wasser schwimmen, beim Zerbeißen krachen und innen schön weiß aussehen. Hinsichtlich seiner Bestandtheile unterscheidet es sich von der Gerste darin, daß es etwas weniger Eiweißstoffe und etwas mehr Stärkegummi enthält; sein Gehalt an Stärkemehl ist ungefähr 4 Procent geringer, um welche dagegen sein Gehalt an Extractivstoffen zugenommen hat.

Zur Erzeugung dunkelfarbiger Biere wird auch sogenanntes Farbemalz angefertigt, indem man Gerste in Blechtrommeln stark röstet, bis zum Schwarzwerden, und solches dem Darrmalz zusetzt.

Zur Darstellung der Würze wird geschrotenes, d. i. durch Quetschwalzen in grobes Pulver verwandeltes Malz dem Einteigen oder Maischen unterworfen, worunter man dessen Behandlung mit Wasser in einer Temperatur versteht, bei der das Stärkemehl

durch die Einwirkung von Diastas in Zucker und Gummi sich verwandelt. Das hierbei eingehaltene Verfahren ist sehr verschieden, und es hängt davon ganz besonders der Charakter des erzeugten Biers ab, sodaß die verschiedenen Braumethoden in der Hauptsache auf verschiedenen Maischmethoden beruhen. Im wesentlichen lassen sich jedoch dieselben zurückführen auf zwei Hauptarten des Verfahrens. 1) Das Aufguß- oder Infusionsverfahren und 2) das Koch- oder Decoctionsverfahren. Ersteres ist in Norddeutschland, Belgien und England üblich, letzteres in Baiern und bei den anderwärts nach bairischer Art gebrauten Bieren.

Bei dem Infusionsverfahren wird das Malzschrot in den mit einem Seihbecken versehenen Maischbottich mit kaltem Wasser eingeteigt und bildet damit gehörig umgerührt eine dicke, breiartige Masse. Mittlerweile ist in dem benachbarten Braukessel Wasser zum Sieden erhitzt worden, von welchem man durch ein auf den Boden des Maischbottichs gehendes Rohr so viel in diesen überfließen läßt, bis die Temperatur der Maische im Sommer auf 40—50° R., im Winter auf 50—60° gebracht worden ist, bei welcher die Umwandlung der Stärke in Zucker und Gummi vor sich geht. Nach Verlauf von etwa einer Stunde wird die Maische dünnflüssig und nimmt eine bräunliche Farbe und entschieden süßen Geschmack an, alles Anzeichen der eingetretenen Veränderung. Sobald eine herausgenommene Probe durch Jodlösung nicht mehr blau gefärbt wird, sondern klar bleibt, ist diese Umwandlung der Stärke eine vollständige.

Man läßt nunmehr den flüssigen Theil der Maische, von jetzt an Würze genannt, durch den Seihboden in den Grand, d. i. ein tiefer stehendes Behälter abfließen, von wo sie später nach der Siedpfanne gebracht wird.

Die rückständige Maische erhält in ähnlicher Weise einen zweiten Aufguß, der eine schwächere, zu leichterm Bier verwendete Würze liefert, während der dritte Aufguß einen so geringen Gehalt besitzt, daß er nur zur Verarbeitung auf Branntwein oder Essig, oder zur Einteigung neuer Maische verwendbar ist.

Beim Decoctionsverfahren wird nachdem das Malzschrot eingeteigt ist, entweder ein Theil der Maische selbst in den Kessel gebracht, gekocht und wieder zurückgegeben in den Maischbottich, was man das Dickmaischekochen nennt, oder man unterwirft die vom Maischbottich abgelassene Flüssigkeit dem Kochen und bringt sie wieder in denselben zurück (Lautermaischekochen). Die Maische erhält hierdurch die zur Zuckerbildung erforderliche Temperatur. Es herrschen jedoch mannichfache Abänderungen in der Ausführung dieser Methoden.

Zum Durcharbeiten der Maische in den Maischbottichen dienen entweder Maischhölzer, Rührscheite, die mit der Hand geführt werden, oder in größern Brauereien mechanische Rührwerke, wie Fig. 4 ein solches zeigt, das in der Sedelmayer'schen Brauerei in München eingeführt ist. Durch einen sinnreichen Mechanismus drehen sich die beiden Flügelachsen gg und hh in entgegengesetzter Richtung, während zugleich durch eine langsame Umdrehung der Hauptachse cc das ganze System in dem Maischbottich in Bewegung ist.

Die Infusionswürzen unterscheiden sich von den Decoctionswürzen durch einen größern Gehalt an Milchsäure und werden leicht sauer; sie gehen ferner leichter und rascher in Gärung über als letztere, bei welchen durch das Kochen die Eiweißstoffe theilweise ausgeschieden worden sind und die sich vorzugsweise zu Lagerbieren eignen.

Wenn man die Würzen einkocht, so hinterbleibt das sogenannte Malzextract, von brauner Farbe, süßlichem Geschmack, wie es gegenwärtig als bitteres Mittel häufig im Gebrauch ist. Seine Hauptbestandtheile sind Gummi und Zucker, welche beide durch Gärung in Alkohol sich überführen lassen. Je mehr Extract eine Würze liefert, desto gehaltreicher ist dieselbe. Das Saccharometer (Zuckerwage) sinkt in der Würze um so weniger tief ein, je größer der Gehalt ist, und seine Angaben dienen, um den Brauer zu unterrichten über den Procentgehalt der Würze an Malzextract. Man rechnet für je 1 Proc. Alkoholgehalt des Biers 2 Procent Extract in der Würze, während ein anderer Theil des Extracts unverändert wiederfindet im Bier. Selbstverständlich erfordern starke Biere zu ihrer Erzeugung gehaltreichere Würzen. Solche, bei welchen der Extractgehalt vorherrscht, der von 4—15 Procent in den verschiedenen Bieren schwankt, werden substantiöse oder extractreiche Biere genannt. Der Alkoholgehalt der Biere beträgt 2—8 Procent, und man nennt alkoholreiche Biere starke Biere. Soll daher z. B. ein Bier 8 Procent Extract und 4 Procent Alkohol enthalten, so muß die Würze vor der Gärung 16 Procent Extract am Saccharometer anzeigen.

Die von dem Maischbottich klar abgezogene Würze wird nunmehr in die Braupfanne oder den Braukessel gebracht, um gekocht und gehopft zu werden. Die Kochgefäße sind von Kupfer, entweder sie sind die erstern viereckig und flach, die letztern halbkugelförmig gewölbt und tiefer. Von den vielerlei Formen stellt Fig. 3 die eines Kessels, mit etwas einwärts gebogenem Boden, der widerstandsfähiger ist gegen den Druck der Flüssigkeit, und mit einer Einmauerung für die Feuerung durch die Züge bb. Durch den Hahn a wird Wasser zu, der Hahn e leitet die Lauterwürze ab in den Maischbottich; c ist eine um den Kessel laufende Galerie.

Das Kochen der Würze bezweckt, dieselbe zu concentriren, stärker zu machen, wobei sie zugleich eine dunklere Färbung annimmt. Im Verlauf desselben findet eine weiter gehende Umbildung von Stärke statt, was sich an der zunehmenden Süße der Würze erkennen läßt. Zugleich tritt die Gerinnung derselben ein, worunter man das Gerinnen gewisser Antheile eiweißartiger Stoffe versteht, die sich dadurch abscheiden und wodurch das erzeugte Bier haltbarer wird. Endlich wird mit dem Kochen das Hopfen verbunden, indem auf 100 Pfund gemahlenes Malzschrot $1\frac{1}{2}$—2 Pfund Hopfen zugesetzt werden, der dem Biere Bitterkeit, Aroma und Haltbarkeit verleiht. Letzteres bewirkt der Hopfen durch seinen Gehalt an flüchtigem Oel und Harz, welche die Zersetzung hemmen, und an Gerbsäure, mit Eiweißstoffen der Würze verbunden sich niederschlagen. Das Kochen mit Hopfen dauert etwa zwei Stunden, worauf letzterer durch Seihvorrichtungen entfernt wird, und die Würze nunmehr als gehopfte Würze gilt. Die Menge des Hopfenzusatzes und die des Kochens mit demselben richtet sich nach dem Geschmack der Biertrinker, nach der Stärke und der Gebrauchszeit des Biers.

Schwache und für den Sommer bestimmte Biere müssen stärker gehopft werden, womit ein mehr bittern Geschmacks verbunden ist. Starke Biere mit etwas weniger Hopfen kürzere Zeit gekocht geben ein vollmundiges, süßes und aromatisches Bier.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Operationen des Einteigens, Maischens, Kochens und Hopfens der Würze, bei welcher die vorzunehmende Ein-

fenen Braukessel über freiem Feuer geschieht, lassen h auch durch Dampf bewirken, der vom Braukessel lbst geliefert wird. Es ist hierzu ein continuirlicher etrieb erforderlich, und Zahl, Stellung und Größe r Vorrichtungen sind so bemessen, daß sie einander die Hände arbeiten, wie wir dies mit Hülfe r Fig. 5, die eine Dampfbrauerei vorstellt, läutern wollen. Wenn dieselbe im Gange ist, so be- idet sich in dem Dampfkessel A, der zugleich der raukessel ist, gehopfte Würze im Kochen; je nach edarf wird durch die sich verzweigenden Leitungs- hren der Dampf entweder in den Wasserbottich F, er in einen der drei nebeneinanderstehenden Maisch- ttiche, von denen nur der vorderste E sichtbar ist, er endlich in das Hopfenextractionsgefäß B geleitet. as erhitzte Wasser macht seinen Weg von F nach n Maischbottichen; die in letztern nach und nach rtig werdenden Würzen gehen der Reihe nach in das efäß B, um gehopft zu werden, gelangen in der- ben Ordnung in den Kessel A und von diesem, so- ld sie hinlänglich gekocht sind, auf die Kühlschiffe. ie Richtung des Dampfes wird durch die vorhandenen ähne regulirt.

Wir schreiten nunmehr zur dritten Hauptoperation r Biererzeugung, zur Gärung, welche bezweckt, nen Theil des Zuckergehalts der Würze in Alkohol id Kohlensäure zu verwandeln. Erst hierdurch rden sich im Bier alle seine charakteristischen Eigen- haften vereinigt; der Alkohol macht es belebend und erauschend, die Kohlensäure erfrischend, schäumend, is unzersetzte Malzextract, aus Gummi und Zucker stehend, macht das Bier substantiös oder sättigend, id der aromatische Bitterstoff des Hopfens gibt ihm n beliebten Hopfengeschmack.

Es ist zur Beurtheilung der Eigenschaften des iers und insbesondere seiner Behandlung und Auf- wahrung wohl zu beachten, daß dasselbe nicht wie der ein ein fertig vergorenes Getränk ist, sondern daß demselben nach der Hauptgärung stets noch rungsfähige Bestandtheile übrigbleiben, welche die achgärung bewirken.

Die Gärung ist unstreitig einer der merkwürdigsten mischen Zersetzungsprocesse; sie besteht der Haupt- che nach darin, daß Zucker, $C_6H_{12}O_6$, zersetzt wird Alkohol (C_2H_6O) und in Kohlensäure, $2CO_2$. ieselbe vollzieht sich jedoch unter so eigenthümlichen edingungen und Nebenerscheinungen, wie dies bei nem andern chemischen Vorgange der Fall ist, so- ß sie lange Zeit als ein ungelöstes Räthsel alle rgfalt des Beobachters und allen Scharfsinn des rschers herausforderte. Es beruht dies darauf, daß der Gärung neben der chemischen Zersetzung die twickelung pflanzlicher Organismen einherläuft und ar so, daß beide Vorgänge nothwendig sich bedingen. e klare Erkenntniß dessen konnte daher nur durch s vereinte Studium des Chemikers und des Pflanzen- siologen herbeigeführt werden, das folgende Thatsachen festgestellt hat:

Eine Lösung von reinem Zucker in Wasser zersetzt weder von selbst, noch unter der Einwirkung der schiedensten chemischen Agentien in Alkohol und hlensäure. Eine solche Zersetzung tritt jedoch als d von selbst ein, wenn Zucker gelöst ist in Flüssig- ten, welche Eiweißstoffe enthalten, wie dies bei den türlichen süßen Pflanzensäften, z. B. beim Trauben- t, sowie bei der künstlich erzeugten Bierwürze der ll ist — ein bekannter Vorgang, den wir Gärung nen.

Die Zersetzung solcher gärungsfähiger Flüssigkeiten t jedoch nicht ein bei Temperaturen, die dem Gefrier- und Siedepunkt des Wassers sich nähern auch nicht in sehr zucker- oder alkoholreichen Flüssigkeiten und in solchen, die Stoffe enthalten, welche lebenden Körpern sich giftig erweisen. Die Gärung unterbleibt ferner, wenn eine gärungsfähige Flüssigkeit gekocht und noch heiß abgeschlossen wird von der Luft; ja sie gärt auch selbst dann nicht, wenn man Luft zu ihr treten läßt, die durch ein Baumwolle enthaltendes oder durch ein glühendes Rohr gestrichen ist. Die also behandelte Flüssigkeit geräth jedoch in Gärung, sobald sie erkaltet einige Zeit mit gewöhnlicher Luft in Berührung ist.

Aus gärenden Flüssigkeiten, die Eiweißstoffe enthalten, scheidet sich im Verlauf der Gärung sogenannte Hefe aus; dieser Schlamm erweist sich, unter dem Mikroskop betrachtet, als aus kleinen, zu den einfachsten Pilzformen gehörenden Pflanzengebilden bestehend, welche den Namen Hefenpilze oder Gärungspilze, Saccharomices cerevisiae, führen. Zu deren Lebensverrichtungen gehört die Aufnahme von Zucker und die Ausscheidung von Alkohol und Kohlensäure.

Die Zellwand der Gärungspilze ist hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung der Stärke und dem Zucker sehr ähnlich; ihr Zellinhalt ist dagegen, wie der aller Pflanzen, stickstoffhaltig. Die Hefenpilze können daher, in eine Zuckerlösung gebracht, zwar leben und deren Gärung hervorrufen, allein sie können sich darin nicht vermehren. In einer Flüssigkeit wie die Bierwürze, in der außer Zucker noch stickstoffhaltige Eiweißkörper sich befinden, wirken die Pilze nicht nur als Erreger oder Ferment der Gärung, sondern sie vermehren sich auch und erzeugen Hefe.

Die niedern Pflanzen, zu welchen die Hefenpilze gehören, pflanzen sich fort durch sogenannte Keimsporen, welche unsichtbar klein sind. Die Luft enthält stets solche Keime, die überall hingelangen und sich da entwickeln, wo sie günstigen Bedingungen begegnen. Hieraus erklärt sich, daß eine gärungsfähige Flüssigkeit, nachdem sie gekocht und von der Luft abgeschlossen worden ist, nicht in Gärung geräth; die in ihr vorhanden gewesenen Keime oder Pilze sind durch die Hitze getödtet worden, neue Keime können nicht hinzutreten. Was das Pflanzenleben hindert — Kälte, Hitze, Gifte — verhindert auch die Gärung. Läßt man die zutretende Luft durch Baumwolle streichen, so hält diese die Keime zurück; streicht sie durch ein glühendes Rohr, so verbrennen die Keime und die Gärung unterbleibt in beiden Fällen.

Solange noch in einer Flüssigkeit Zucker und Eiweißstoffe nebeneinander vorhanden sind, tritt unter günstigen Umständen Gärung in derselben ein.

Nur auf Grund vorstehender Thatsachen läßt sich Einsicht gewinnen in die Gärungserscheinungen, welche bei der Erzeugung aller geistigen Flüssigkeiten, des Weins, des Biers, des Branntweins und des Alkohols auftreten.

Damit die heiße gehopfte Würze in Gärung übergeführt werden kann, muß dieselbe vor allen Dingen in ihrer Temperatur erniedrigt oder die Kühlung der Würze vorgenommen werden. Es ist nothwendig, daß diese Operation rasch vor sich geht, da die Würze sehr geneigt ist, sauer zu werden, d. h. aus der geistigen in die Essiggärung überzugehen. Zu diesem Zweck läßt man dieselbe auf flache hölzerne Kufen, Kühlschiffe genannt, von großem Flächengehalt laufen, sodaß sie darin nur 4—6 Centimeter hoch steht und je nach Art des zu brauenden Biers auf 9—4° R. sich abkühlt. Dabei verdunstet noch ein beträchtlicher Theil des Wassergehalts der Würze, und es setzt sich aus ihr als Kühlgeläger noch etwas in Flocken geronnenes Eiweiß ab.

Da eine rasche Kühlung der Würze sich nur in den Herbst- und Frühjahrsmonaten bewirken läßt, so werden erstere zu Darstellung des sofort in Verbrauch genommenen Winterbiers, letztere für die Sommer- oder Lagerbiere verwendet. Ueberdies sucht man durch Aufstellung der Kühlschiffe an hohen, zugigen Stellen, durch künstlich erzeugten Zug vermittels Flügelwerken, durch Anwendung eiserner Kühlschiffe, die Kühlung zu beschleunigen. Endlich hat man sich durch die Einführung künstlicher Kühlung vermittels kalten Wassers und vornehmlich des Eises fast ganz von der Jahreszeit emancipirt, sodaß in größern Brauereien der Betrieb ununterbrochen neun Monate dauert.

Wir sehen in Fig. 6 eine künstliche Kühlvorrichtung im Grundriß; sie besteht aus einem flachen kupfernen Kasten aa, in welchem ein Schlangenrohrsystem bb liegt; in dieses tritt bei D kaltes Wasser ein, das bei C erwärmt ausfließt, weil es die Wärme der Würze aufnimmt, die, bei A in das Kühlgefäß eintretend, durch die Scheidewände cc genöthigt wird, das ganze Röhrensystem zu passiren, sodaß sie bei B gekühlt den Apparat verläßt.

Die gekühlte Würze wird in den Gärkeller geleitet, ein reinlich gehaltenes Erdgeschoß, dessen Temperatur nicht unter 5 und nicht über 12° R. betragen darf. Auf einem Lager stehen die offenen Gärbottiche, deren Größe und Anzahl sich nach der des Betriebs richtet. Sie dienen zur Aufnahme der Würze, welche zur raschern Einleitung der Gärung durch einen Zusatz von 5—6 Maß dicker Hefe auf 1000 Maß Würze, wie man sagt, angestellt und über der im Bottich ein Steigraum belassen wird, da sie während der Gärung sich hebt. Letztere beginnt nach 8—12 Stunden einzutreten, indem ein zarter weißer Schaum oder Rahm ihre Oberfläche überzieht; nach 24 Stunden zeigt sich das Kräusen, indem die Schaumdecke durchbrochen wird und die Oberfläche der Würze ein gekräuseltes, zackiges Ansehen erhält, das sich nach zwei bis vier Tagen verliert und nur eine bräunliche dünne Decke zurückläßt.

Diese Hauptgärung dauert 7 — 10 Tage; mit ihrer Lebhaftigkeit steigt die Temperatur der Würze um einige Grade und sinkt wieder; ihr süßer Geschmack und ihr specifisches Gewicht vermindern sich in gleichem Grade. Erleidet letzteres keine weitere Abnahme, so ist die Hauptgärung vollendet, das Bier ist fässig, d. h. reif, um auf Fässer gezogen und der Nachgärung überlassen zu werden. Dasselbe wird durch einen oberhalb des Bodens befindlichen Spunt abgezogen von der Hefe, die im Verlauf der Gärung sich unten abscheidet und daher Unterhefe genannt wird. Nur die mittlere, gelbe und sehr dicke Schicht derselben wird als brauchbar hinweggenommen und aufbewahrt. Von dieser Ausscheidungsart der Hefe hat der geschilderte Verlauf der Gärung den Namen der Untergärung erhalten. Die hierbei erzeugten Hefenpilze bestehen aus vereinzelten Zellkügelchen von $^1/_{10}$ Millimeter Durchmesser. Die Untergärung findet auf alle nach bairischer Art gebrauten Schank- und Lagerbiere Anwendung.

Die Obergärung hat daher ihren Namen, daß bei dem raschern und kräftigern Verlauf derselben die entweichende Kohlensäure größere Bläschen bildet, welche die Hefe mit sich in die Höhe nehmen, sodaß sie nicht am Boden sich ansammelt. Sie kommt in Anwendung bei den leichten Weißbieren in Norddeutschland, ferner bei den belgischen und englischen Bieren, und zeichnet sich aus durch ihren raschern, in zwei Tagen vollendeten Verlauf, der durch höhere Temperatur des Gärraums und durch Anstellen mit Oberhefe bewirkt wird. Letztere erhebt sich mit einem großblasigen Schaum, der eine hohe Schaumdecke oder einen Schaumberg bildet, daher denn bei der Obergärung ein bedeutender Steigraum beim Füllen der Bottiche gelassen werden muß. Nach Vollendung der Gärung sinkt der Schaum zusammen und hinterläßt die Oberhefe in Gestalt einer gelblichen, breiigen Decke, die besteht, unter dem Mikroskop betrachtet, aus langen zu Schnüren gereihten Hefenpilzen.

Sowol das obergärige als auch das untergärige Bier enthält noch eine gewisse Menge von Zucker, Eiweißstoff, wodurch die in den Lagerfässern allmälig eintretende und ebenso verlaufende Nachgärung eintritt. Die hierbei entwickelte Kohlensäure bleibt zum großen Theil im Bier und verleiht ihm seine geschätztesten Eigenschaften — den erfrischenden Geschmack und die Fähigkeit des Schäumens. Es ist daher von Wichtigkeit, die Biere auf dem Höhepunkt der Nachgärung in Gebrauch zu geben, da mit der Abnahme und dem gänzlichen Verlust der Kohlensäure selbst das gehaltvollste Bier fade und geschmacklos wird. Die Einhaltung dieses rechten Zeitpunktes erreicht man durch die Einrichtung der Lagerräume für das Bier. Von dieser ist auch die Haltbarkeit des Biers bedingt, das eine große Neigung hat zur Essigsäurebildung, und hiermit sauer und unbrauchbar zu werden. Am besten widerstehen derselben die aus malzreichen und stark gehopften Würzen erzeugten untergärigen Biere. Die wesentlichste Bedingung für ihre längere Aufbewahrung ist jedoch eine möglichst niedere, 4—5° R. nicht übersteigende Temperatur, die man durch Anlage von Felsenkellern, insbesondere mit Zuziehung von Eiskellern, zu erreichen sucht. In England, wo überhaupt die Sommertemperatur nicht die Höhe der des Continents erreicht, begegnet man dem nachtheiligen Einfluß der Wärme und des Luftzutritts durch die ungeheuere Größe der aufrecht stehenden Lagerfässer, richtiger als Lagerthürme zu bezeichnen. Sie befinden sich in oberirdischen Hallen oder Magazinen, deren Temperatur 12° R. beträgt, deren Einfluß jedoch auf ein großes Quantum Bier sich vertheilt und weniger bemerklich wird.

Die Güte des Biers wird nicht lediglich durch seinen Gehalt an den verschiedenen Bestandtheilen bedingt, sondern es kommen hierbei Gewohnheit und Liebhaberei mit in Betracht. Während in einer Gegend leichte, gar nicht oder nur schwach gehopfte, fast bittere Biere vorgezogen werden, verlangt man in andern selben anderwärts stark, substantiös und von starkem Hopfengeschmack; die unter dem Namen Faro und Lambick bekannten belgischen Biere sind fast ohne allen Trieb, schmecken hart, säuerlich, und man muß sich daran gewöhnt sein, um sie genießbar zu finden. Auch von den berühmten englischen Bieren ist Porter nicht jedermanns Sache, während Ale allgemeine Anerkennung findet. Letztere haben unbestritten den bairischen und österreichischen, insbesondere die Wiener Biere sich erworben, die im In- und Ausland einer fortwährenden gesteigerten Verbrauchs sich erfreuen.

Je mehr Extract das Bier enthält, desto reicher und voller erscheint es auf der Zunge, und die Menge desselben schwankt zwischen 4—15 Procent; man unterscheidet man extractreiche, vollmündige, mittlere und dünne von den extractarmen, dünnen und magern Bieren, die, wenn sie einen größern Alkoholgehalt besitzen, weinartig sind. Letzterer bewegt sich zwischen 2—8 Procent.

Von dem Gehalt an Kohlensäure im Biere — von 0,1 oder 0,2 bis 0,6 Procent beträgt, hängt die Stärke des Schäumens ab. Aus Luftmalz gebraut

iere heißen **Weißbiere**; dunklere, aus Darrmalz haltene werden **Braunbiere** genannt; die gehopf- n heißen **Bitterbiere**, die ungehopften **Süßbiere**, e mit Pechgeschmack behafteten **Pechbiere**.

Zur Vergleichung des Gehalts verschiedener Biere n den wichtigsten Bestandtheilen dient folgende Tafel:

Namen der Biere	Procente an Extract	Alkohol
London-Ale, gewöhnliches	5—4	4—5
London-Ale, zum Export	7—5	6—8
London-Porter, zum Export	7—6	5—6
Brüsseler Lambick	5—3	4—6
Bairisches Bier	6—4	3—4,5
Berliner Weißbier	6,2—5,7	1,8—2.

2. Branntweinbrennerei und Spiritusfabrikation.

Branntwein und **Spiritus** oder **Weingeist** erden durch Destillation aus gegorenen Flüssigkeiten ewonnen und sind Gemische von Alkohol und Wasser wie geringen Mengen anderer bei der Gärung sich ildender flüchtiger Stoffe. Man nennt ein solches Pro- uct Branntwein, wenn es 40—50 Maßprocente Alkohol nthält und unmittelbar als Getränk dient. Der Spi- itus enthält über 90 Procent Alkohol und hat eine usgedehnte technische Verwendung als Brennmaterial, u Firnissen, zur Essigfabrikation, zur Darstellung hemischer und pharmaceutischer Präparate, zur Con- ervirung u. s. w.

Spiritus, der von den begleitenden riechenden Stof- en möglichst befreit worden ist, heißt gereinigter Spi- itus oder **Sprit** und wird als Zusatz zu Wein, Bier, iqueuren und zu Parfümerien verwendet.

Würde zur Gewinnung dieser beiden alkoholhaltigen lüssigkeiten lediglich reiner Zucker verwendet, so könn- en sie nur Alkohol und Wasser enthalten. Allein es erden Branntweine erzeugt aus den verschiedensten ucker- oder stärkehaltigen Naturproducten, die bei der ärung neben Alkohol noch riechende Stoffe bilden, elche dem Destillat sich beimischen und ihm einen igenthümlichen Geruch und Geschmack verleihen, den ir **Aroma** nennen, wenn er angenehm, und **Fusel**, enn er widerlich ist. Die Branntweine erhalten da- er, je nach ihrer Abkunft, besondere Namen, wie wetschen-, Heidelbeer-, Himbeer- und Kirschbrannt- ein oder Kirschwasser, Frucht- oder Kornbranntwein der Whisky, Kartoffelbranntwein oder Schnaps; En- anbranntwein, Arac oder Reisbranntwein, Rum, der us Zuckermelasse, und Cognac, der durch Destillation us dem Wein gewonnen wird, u. a. m.

Die Branntweinbrennerei, früher durch die von der ertlichkeit hervorgebrachten Naturproducte bedingt und ls Nebengeschäft der Landwirthschaft betrieben, hat en Rang einer großen Fabrikation angenommen, seit- em man in der Kartoffel eine Culturpflanze kennen rnte, die jede andere übertrifft in der massenhaften rzeugung von Stärke. Wie Stärke in Zucker und ucker in Alkohol verwandelt wird, wurde bei der Fabri- ation des Biers (S. 31 u. 33) bereits eingehend be- rochen, weshalb wir uns hier auf die Beschreibung niger Apparate beschränken können.

Noch sei bemerkt, daß auch die Branntweinbrennerei us Kartoffeln mehr und mehr aus dem landwirth- haftlichen Betrieb verschwindet und der Spiritus- abrikation erliegt, wo nicht örtliche Verhältnisse sie egünstigen. Es beruht dies vornehmlich darin, daß er nur 10 Procent Wasser enthaltende Spiritus eine im Transport geeignetere Handelswaare ist als branntwein, der 50—60 Procent Wasser enthält, für welches bei Versendungen die Fracht zu bezahlen ist. Es empfiehlt sich daher meistens, Spiritus zu beziehen und denselben erforderlichenfalls durch Zusatz von Wasser auf Branntwein zu verdünnen.

Aus der chemischen Zusammensetzung des Zuckers läßt sich berechnen, daß bei der Zersetzung desselben in Alkohol und Kohlensäure aus 100 Gewichtstheilen Zucker 53,8 Gewichtstheile Alkohol entstehen müßten. Allein in Wirklichkeit wird diese Menge nicht ganz gewonnen; man kann annehmen, daß der Zucker die Hälfte seines Gewichts Alkohol gibt, sodaß also für 2 Kilo in Gärung gebrachten Zuckers 1 Kilo Alkohol in die Flüssigkeit kommt. Es beruht dies darauf, daß Alkohol und Kohlensäure allerdings die Hauptproducte der Gärung sind, daß jedoch 4—5 Procent Zucker derselben entgehen und andere Producte bilden, nämlich Bernsteinsäure, Glycerin und die sogenannten Weinöle und Fuselöle.

Die **Branntweinbrennerei aus Kartoffeln** zerfällt in drei Operationen, in das **Maischen**, in die **Gärung** und in die **Destillation**. Das Maischen bezweckt, vermittels eines Zusatzes von Malz zu Kartoffelmehl dessen Stärke durch die Einwirkung von Diastas in Stärkezucker überzuführen. Zu diesem Zweck müssen die Kartoffeln gewaschen, in Dampf gekocht und zerrieben werden, wozu mancherlei mechanische Vorrichtungen in Anwendung kommen. Taf. 8, Fig. 7 zeigt eine solche. Der trichterförmige Behälter A steht in einem Fasse, in welches Dampf eingeleitet wird, der die Kartoffeln weich kocht; durch Umdrehung der sechskantigen Walze e in dem Ansatz C gelangen die Kartoffeln nach und nach in das konische Reibwerk B, in welchem die mit Flügeln bb und Reibkolben b'b'... ausgestattete Achse aa unter Zufluß von Wasser sich umdreht, die Kartoffeln in Brei verwandelt und diesen durch die Löcher drückt, während die Schalen zurückbleiben.

Die zerriebene Kartoffelmasse kommt mit einem Zusatz von etwa 5 Procent Malzschrot auf die Maischbottiche und wird zur Zuckerbildung auf die Temperatur von 50° R. gebracht. Hierbei verflüssigt sich der größere Theil der breiigen Masse alsbald, während dickere Klumpen verbleiben und der Zuckerbildung widerstehen. Zur Beseitigung dieses Misstandes gibt man die Masse in den Apparat ABCD (Fig. 8) im Querschnitt. Der dünne Theil läuft ab, während durch Umdrehung der Kurbel G die Kegelwalze I in Bewegung gesetzt wird, die alle vorhandenen Klumpen zerquetscht und durch den Siebboden drückt.

Nach vollendeter Zuckerbildung wird die Maische durch einen Zusatz von Hefe in Gärbottiche bei etwa 14° R. zur Gärung angestellt, die in 48 Stunden vollendet ist, worauf man zur Destillation schreitet.

Eine jede Destillation beruht darauf, daß in dem **Destillirgefäß** eine Flüssigkeit durch Wärme in Dampf verwandelt wird, der aufsteigt und durch nachfolgende Dämpfe weitergeschoben wird, bis er an einen kühlern Theil des Apparats, die **Kühlvorrichtung**, gelangend, sich wieder zu Flüssigkeit verdichtet, die nach einem zur Aufnahme dienenden Behälter, **Vorlage** genannt, abfließt. Man vermag also vermittels der Destillation Stoffe, die flüchtig sind, d. h. die sich bei einer bestimmten Temperatur in Dampf verwandeln, zu trennen von solchen, die nicht flüchtig sind, oder von solchen, die weniger flüchtig sind. Letzteres ist der Fall bei der Destillation des Branntweins aus Maische, die Alkohol enthält, der bei 63° R. siedet und daher beträchtlich flüchtiger ist als das gleichzeitig vorhandene Wasser, das erst bei 80° R. siedet.

Wenn daher Maische erhitzt wird, so entwickeln sich

vorerst und am reichlichsten Dämpfe von Alkohol. Allein dies hindert nicht, daß zugleich Wasserdampf sich bildet und mit abzieht. Der Erfolg ist, daß die überdestillirte Flüssigkeit, Destillat genannt, ein Gemisch von Alkohol und Wasser ist, daß ersterer im Anfange der Destillation vorwaltet, im Verlauf derselben mehr und mehr abnimmt, bis zuletzt der Dampf gar keinen Alkohol mehr enthält, sondern nur noch Wasser liefert. In diesem Zeitpunkt ist die Destillation vollendet, und er gilt als erreicht, wenn von dem Quantum der zur Destillation eingegebenen Maische ein Drittel überdestillirt ist. Außerdem läßt sich dieser Vorgang verfolgen vermittels eines dafür eingerichteten Aräometers, das Alkoholometer, Spiritus- oder Branntweinwage genannt wird, eine Glasröhre, die um so tiefer einsinkt, je reicher das Gemische an Alkohol ist.

Der einfachste, im kleinen Betrieb hier und da noch gebräuchliche Branntwein-Brennapparat besteht aus einer Destillirblase von Kupfer, auf deren weite Oeffnung nach Einbringung der Maische der Helm oder Hut aufgesetzt wurde, dessen Schnabelrohr in das gewundene Schlangenrohr mündet. Dieses steht in einem mit kaltem Wasser gefüllten Kühlfaß (Kühltonne) und leitet die verdichtete Flüssigkeit in ein als Vorlage dienendes Gefäß. Die früher übliche Heizung mit freiem Feuer ist fast gänzlich durch Dampfheizung verdrängt, die insbesondere den Vortheil gewährt, daß sie das Anbrennen der Maische verhütet. Von den zahllosen Abänderungen, welche in Größe und Einrichtung des Brennapparats vorkommen, zeigt uns Fig. 9 eine Destillirblase, deren Seitenwand von Holz ist, während Helm und Bodenstück aus dünnem Kupferblech bestehen, mit eingeführtem Dampfrohr. Sie empfiehlt sich durch ihre Wohlfeilheit.

Das von der Maische abdestillirte Drittel enthält durchschnittlich 21 Procent Alkohol und wird Lutter genannt. Aus demselben wird der Branntwein dargestellt, indem man den Lutter der Rectification, d. h. einer nochmaligen Destillation unterwirft und das zwischen 40—50 Procent Alkohol enthaltende Destillat gesondert auffängt. Der alkoholarme Rückstand heißt Phlegma.

Die in der Blase verbleibenden Maischrückstände dienen unter dem Namen von Schlempe oder Spülicht als Viehfutter.

Das in der Maische entstehende Kartoffelfuselöl (oder Amylalkohol $C_5H_{12}O$) siedet erst bei 132° R.; es ist im ersten Theil des Destillats nur wenig davon vorhanden, sondern tritt hauptsächlich gegen das Ende der Destillation auf, daher das zuletzt aufgesammelte den widerlichen Fuselgeruch und Geschmack in hohem Grade besitzt.

Die Spiritusfabrikation auf der heutigen Entwickelungsstufe bezweckt, sofort direct aus der Maische eine Flüssigkeit zu erzielen, die 85—90 Maßprocente Alkohol enthält, und zwar mit dem geringsten Aufwand an Zeit und Brennstoff. Die hierzu befolgten zwei Hauptmethoden, die Rectification und Dephlegmation beruhen auf folgenden Grundsätzen: Wenn eine alkoholhaltige Flüssigkeit — z. B. Maische — erhitzt wird, so verwandelt sich vor allem der flüchtigere Alkohol in Dampf, dem sich nachträglich mehr und mehr Wasserdämpfe beimengen; die bei jeder Destillation zuerst auftretenden Dämpfe sind daher stets alkoholreicher als die nachfolgenden. Läßt man nun die aus der Destillirblase abziehenden Dämpfe nicht direct in die Kühlvorrichtung gehen, sondern durch eine alkoholhaltige Flüssigkeit, so nehmen sie aus letzterer Alkohol auf und werden alkoholreicher. Setzt sich dieser Vorgang mehrmals, so nimmt der Dampf an Alkoholgehalt fortwährend zu; man nennt denselben die Rectification und die dazu dienenden Vorrichtungen Rectificatoren.

Auch bei der Dephlegmation werden die in der Blase aufsteigenden alkoholhaltigen Dämpfe nicht sofort vollständig verdichtet, sondern genöthigt, einen längern Weg durch den Dephlegmator zurückzulegen, in welchem ein Theil derselben sich zu Flüssigkeit verdichtet, die wieder in die Blase zurückfließt, während alkoholreicherer Dampf weiter geht. In der Regel werden bei der Spiritusfabrikation beide Methoden miteinander verbunden, wie dies bei dem Apparat von Pistorius (Fig. 10) der Fall ist.

Wenn derselbe in Betrieb gesetzt ist, sind die beiden Blasen A und B sowie der Vorwärmer C mit Maische, also mit einer alkoholhaltigen Flüssigkeit gefüllt. Der in A entwickelte Dampf erhebt sich in dem Helmrohr l, tritt bei i in die in B befindliche Maische, durchdringt sie und gelangt bereichert an Alkohol in das Helmrohr l seitwärts abgehende Knierohr n. Der obere Theil s des letztern geht durch den Boden des Behälters C', der den Vorwärmer C mantelartig umgibt. Aus s tritt der Dampf in eine am Boden von C befestigte ringförmige Kappe tt und wird genöthigt, abwärts zu steigen, wobei ein Theil desselben zu Flüssigkeit sich verdichtet. Die alkoholreichen Dämpfe verbreiten sich in dem engen Raum zwischen C und C' und gehen durch die beiden Rohre vv, die sich bei w vereinigen, in den bedeutenden Dephlegmator D, wo sie durch die Scheide ss genöthigt werden, sich auszubreiten. Die Wände von C' sowol, als auch die von D, unten durch Wasser, oben durch aufgegossenes Wasser abgekühlt, wirken dephlegmirend auf den durchstreichenden Alkoholdampf, der erforderlichenfalls noch ein zweites und drittes solches Becken passirt und zuletzt mit einem Alkoholgehalt von 85—90 Procent durch das Rohr x in die Kühlvorrichtung abzieht.

Indem also der von A ausgehende Dampf die Maische in B, sodann die in C verdichtete alkoholhaltige Flüssigkeitsschicht q durchstreicht, findet eine zweimalige Rectification statt, während in C' sowie in D und den etwa nachfolgenden Becken eine mehrmalige Dephlegmation sich vollzieht. Aus C wird die vorgewärmte Maische durch γ und den Hahn δ nach Bedarf abgelassen und von da durch Aufziehen des Schiebergriffs i nach der Blase A. Letztere wird durch ein in der Zeichnung nicht sichtbares Bodenrohr von der Schlempe entleert. Wenn, wie dies hier der Fall ist, mit directem Feuer geheizt wird, so dienen die Schutzwerke f und h zur Verhinderung des Anbrennens der Maische.

Oeffnet man den Probehahn d, so geht der Dampf aus der Blase A direct in den kleinen Kühler e und aus dem Gehalt der verdichteten Flüssigkeit erkennt man Fortschritt und Ende der Destillation.

In dem mit Dampf betriebenen Säulenapparat von Pistorius (Taf. 10, Fig. 1) begegnen wir wieder der im Vorhergehenden beschriebenen Einrichtung, nur in veränderter Aufstellung, sodaß eine kurze Erläuterung zur Erklärung genügt, da ohnehin überall durch die Pfeile die Bewegung und Richtung der Dämpfe veranschaulicht wird.

A erste, B zweite Blase; C erster Dephlegmator, D Vorwärmer für die Maische, die durch das Rohr aa eingelassen wird; E, F, G drei Dephlegmatoren, aus deren letztem der Alkoholdampf durch l nach dem Kühlfaß geht; durch ee tritt aus dem Dampfkessel

eiße Wasserdampf in die Blase A; die Ansätze n und
i des Warmwasserrohrs dienen zum theilweisen oder
anzen Ablassen des erwärmten Wassers über den
Dephlegmatoren; die Zuleitung des kalten Wassers ist
eggelassen; die Knierohre o leiten den in den Becken
ch ansammelnden Lutter durch das Rohr pp zurück
i den ersten Dephlegmator; w sind sogenannte Mann-
öcher zum Reinigen der Blasen; durch d wird die
chlempe entleert; s ist ein Probehahn.

Wie mannichfach auch die Abänderungen in den
elen zur Spiritusfabrikation dienenden Apparaten
in mögen, so beruhen doch alle im wesentlichen auf
en vorstehend erläuterten Grundsätzen und Einrich-
ungen, wie insbesondere die in Frankreich und Belgien
blichen Rectificationscolonnen.

3. Essigfabrikation.

Die Essigfabrikation bildet eine Fortsetzung der
rzeugung von Branntwein und Spiritus, und findet
ch daher öfter in Verbindung mit dieser Industrie.
Was wir Essig nennen, ist der Hauptsache nach ein
Gemenge von mindestens 2 und von höchstens 10 Pro-
ent Essigsäure ($= C_2H_4O_2$) mit Wasser. Es gibt
weierlei Bildungsweisen der Essigsäure, erstlich die
urch trockene Destillation des Holzes, welche den so-
enannten Holzessig liefert, und die zweite, bei wel-
er Alkohol durch Aufnahme von Sauerstoff in Essig-
äure übergeht. Der Holzessig ist wegen seines Ge-
alts an empyreumatischen oder brenzlichen Stoffen
u Speisen nicht geeignet und wird in der Technik
erwendet. Aller in unsern Haushaltungen verbrauchte
ssig ist auf letztere Art gewonnen worden. Der
Vorgang hierbei ist folgender. Sauerstoff, der auf
lkohol (C_2H_6O) einwirkt, entzieht demselben 2 Atome
Wasserstoff und bildet mit demselben Wasser (H_2O)
nd eine flüchtige Verbindung, sogenannten Aldehyd
(C_2H_4O), was sich durch folgende Formeln veran-
haulichen läßt: $C_2H_6O + O = H_2O + C_2H_4O$.
Der letztgenannte Körper geht durch weitere Einwir-
ung von Sauerstoff, von dem er 1 Atom aufnimmt,
ber in Essigsäure: $C_2H_4O + O = C_2H_4O_2$. Bei
iesem Vorgang entstehen aus 100 Pfd. Alkohol, un-
r Aufnahme von 69 Pfd. Sauerstoff, 130 Pfd.
ssigsäure.

Die Umwandlung von Alkohol in Essigsäure geht
doch nur unter besondern Bedingungen vor sich. Es
t bekannt, daß weder Spiritus noch Branntwein von
lbst sich in Essig verwandeln und sauer werden.
Der Sauerstoff bedarf, um dies zu bewirken, eines
Vermittlers. Ein solcher ist höchst fein vertheiltes
Platin, sogenannter Platinmohr. Gießt man in
n Trinkglas etwas Spiritus und stellt 1 Centimeter
och über denselben ein Schälchen mit Platinmohr,
orauf man die Vorrichtung bedeckt, so erkennt man
hon nach einigen Minuten durch den Geruch, daß
ldehyd und Essigsäure sich gebildet haben, deren
Menge zunimmt, bis der Alkohol völlig in letztere
erwandelt ist. Man nimmt an, daß der Platinmohr
en Sauerstoff der Luft verdichtet, der alsdann kräf-
ger auf den Alkoholdampf einwirkt. Diese Methode
ird jedoch zur Fabrikation von Essig nicht angewen-
et und hierzu vielmehr ein Weg eingeschlagen, der
Essiggärung genannt wird, wegen der Aehnlichkeit,
ie er mit der Entstehung des Alkohols aus Zucker
urch die Gärung hat.

Wir wissen aus Erfahrung, nicht selten zu unserm
Verdruß und Schaden, daß Wein, Bier und zucker-
altige Säfte sauer werden. Beobachtet man z. B.
inen Weinrest, der in einer Flasche stehen geblieben
t, so beginnt derselbe nach einiger Zeit sich zu trü-
ben, er wird, wie man am Rhein sagt, kahnig,
d. h. auf seiner Oberfläche erscheint ein weißlicher
Schimmel, und alsbald macht sich durch Geruch und
Geschmack bemerklich, daß der Wein in Essig verwan-
delt ist; ganz ähnlich ist der Vorgang beim Bier.
Jener Schimmel ist aber nichts anderes als ein mi-
kroskopischer Pilz, der sogenannte Essigpilz, Myco-
derma aceti, zu dessen Lebensfunction es gehört, die
Uebertragung des Sauerstoffs der Luft an Alkohol zu
vermitteln und diesen in Essigsäure zu verwandeln.
Alle Ursachen, welche die Entwickelung und das Leben
dieses Essigpilzes verhindern, dienen daher auch zur
Verhinderung der Essiggärung, ganz ähnlich, wie dies
bezüglich der Hefenpilze bei der Alkoholgärung erläu-
tert worden ist. Je reicher eine Flüssigkeit ist an
Alkohol, desto stärkern Essig liefert sie, doch ist zu be-
merken, daß die Essigbildung nicht vor sich geht, wenn
dieser Gehalt mehr als 12 Procent beträgt; es ist
zum Eintritt derselben ferner eine Temperatur von
18—30° R. erforderlich. Je mehr dieselbe den letzt-
genannten Grad erreicht und je mehr Luft zur essig-
bildenden Flüssigkeit hinzutritt, um so rascher vollzieht
sich deren Umwandlung in Essig.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir über zur
Essigfabrikation, für die es zwei Hauptmethoden gibt,
die ältere oder langsame Methode und die neuere oder
Schnelleſſigfabrikation.

Das einfachste Beispiel der Gewinnung von Essig
auf erstgenanntem Wege ist zugleich die ursprünglichste
Methode, indem man Wein in Säurung übergehen
läßt. Das Product heißt Weinessig, und da es
die aromatischen Bestandtheile des Weins enthält, so
gilt es als die vorzüglichste aller Essigsorten. Hierzu
ist jedoch zu bemerken, daß schwache und saure Weine,
die arm sind an Alkohol und Zucker, unmöglich einen
kräftigen Essig liefern können und daß feinere und
starke Weine heutigentags zu theuer sind, um zur
Essigbildung misbraucht zu werden. Dagegen wird
mitunter in Süddeutschland noch der Hausessig be-
reitet. Man findet da auf dem großen Kachelofen
ein Fäßchen liegend, mit offenem Spunt und etwas
über halb gefüllt mit Essiggut. Als letzteres dienen
Reste von Wein, Obstwein und Bier, trüber Wein,
Branntweinlutter, die gelegentlich aufgefüllt werden
und in Essig übergehen, der sich klärt und durch einen
in halber Höhe des Bodens befindlichen Hahn abge-
lassen wird.

Die in großem Maßstabe ausgeführte langsame
Essigfabrikation führt wol auch den Namen der Essig-
siederei oder Essigbrauerei, da die Vorarbeit
ganz in denselben Operationen besteht, die zur Berei-
tung einer Würze erforderlich sind, nämlich im Malzen
von Getreide, Einmaischen desselben mit Zusatz von
Kartoffelmehl, Erhitzen der Maische zur Zuckerbildung
und Abziehung einer möglichst starken, zuckerhaltigen
Würze, welche, zur Gärung angestellt, eine weinartige
Flüssigkeit, Malzwein, auch Essiggut genannt, lie-
fert, die durchschnittlich 4,4 Procent Alkohol enthält.

Die Ueberführung derselben in Essig geschieht in
der Essigstube, einer heizbaren Localität, in der je
nach Größe des Betriebs 30—100 und mehr Essig-
bilder lagern, nämlich Fässer, die zu drei Viertel
angefüllt werden. Der Zutritt der Luft ist durch den
offenen Spunt gestattet, und bei einer durchschnittlichen
Temperatur von 20—24° R. ist die Essigbildung in
sechs bis zehn Wochen vollendet. Sie läßt sich noch
beschleunigen, wenn beim Beginn dem Essiggut etwas
fertiger Essig zugesetzt und die Temperatur bis gegen
30° R. gesteigert wird.

Seitdem die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln eine

vorerst und am reichlichsten Dämpfe von
Allein dies hindert nicht, daß zugleich Wass
sich bildet und mit abzieht. Der Erfolg ist,
überdestillirte Flüssigkeit, Destillat genannt,
misch von Alkohol und Wasser ist, daß
Anfange der Destillation vorwaltet, im
selben mehr und mehr abnimmt, bis zuletzt der
gar keinen Alkohol mehr enthält, sondern
Wasser liefert. In diesem Zeitpunkt ist die
tion vollendet, und er gilt als erreicht,
dem Quantum der zur Destillation
Maische ein Drittel überdestillirt ist.
sich dieser Vorgang verfolgen vermittels
eingerichteten Aräometers, das Alkoho
Spiritus- oder Branntweinwage
eine Glasröhre, die um so tiefer einsinkt,
das Gemische an Alkohol ist.

Der einfachste, im kleinen Betrieb hier
gebräuchliche Branntwein-Brennapparat
einer Destillirblase von Kupfer, auf
Oeffnung nach Einbringung der Maische
oder Hut aufgesetzt wurde, dessen Sch
das gewundene Schlangenrohr
steht in einem mit kaltem Wasser gefüllt
(Kühltonne) und leitet die verdichtete
ein als Vorlage dienendes Gefäß. Die
Heizung mit freiem Feuer ist fast
Dampfheizung verdrängt, die insbesond
theil gewährt, daß sie das Anbrennen
verhütet. Von den zahllosen Abänd
in Größe und Einrichtung des Brenn
kommen, zeigt uns Fig. 9 eine Dest
Seitenwand von Holz ist, während
denstück aus dünnem Kupferblech
geführtem Dampfrohr. Sie empfiehlt
Wohlfeilheit.

Das von der Maische abdestillirte
durchschnittlich 21 Procent Alkohol
genannt. Aus demselben wird
gestellt, indem man den Lutter
d. h. einer nochmaligen Destillation
das zwischen 40 — 50 Procent
Destillat gesondert auffängt.
stand heißt Phlegma.

Die in der Blase verbleibende
dienen unter dem Namen von Sch
licht als Viehfutter.

Das in der Maische entstehende
(oder Amylalkohol $C_5H_{12}O$)
es ist im ersten Theil des
von vorhanden, sondern tritt
Ende der Destillation auf,
sammelte den widerlichen
in hohem Grade besitzt.

Die Spiritusfabrikation
wickelungsstufe bezweckt, sofort
eine Flüssigkeit zu erzielen,
Alkohol enthält, und zwar
wand an Zeit und Brennstoff.
Hauptmethoden, die Rectifica-
tion beruhen auf folgendem
alkoholhaltige Flüssigkeit —
wird, so verwandelt sich
Alkohol in Dampf, dem
mehr Wasserdämpfe beimengen
tion zuerst auftretenden Dämpfe
alkoholreicher als die nachfolgenden,
die aus der Destillirblase
direct in die Kühlvorrichtung
eine alkoholhaltige Flüssigkeit,

[redacted] nur zwei in Betracht, auf deren Be[redacted]che Zuckerindustrie sich gründet: das [redacted] und die Zuckerrübe. Ersteres verdient [redacted] sowol geschichtlich als auch durch die [redacted] Products. Es gedeiht nur in den tro[redacted]nen und wird seit undenklicher Zeit in [redacted] China angebaut und zur Zuckergewinnung [redacted] jene Länder noch unzugänglich blie[redacted] Zucker unbekannt in Europa. Weder [redacted] noch die Römer vermochten ihr Dasein [redacted] durch Zucker, und was Staunenswerthes [redacted] Arabern der letztern auch berichtet wird, [redacted] dieselben doch gänzlich des Zaubers, wel[redacted]ntor mit seinen unzähligen Zuckerwerken [redacted] prunkigen Festtafeln zu verbreiten sich rühmt. [redacted] daß erst zur Zeit der Kreuzzüge, die [redacted] in Berührung mit dem Orient brachten, [redacted] einen Weg nach ersterm fand, jedoch als [redacted] kostbarer Artikel, den nur die Apotheken [redacted] dieses war er jedoch zu einem unumgäng[redacted] geworden, wie das damals übliche [redacted] beweist. Wollte man etwas als ganz un[redacted] oder undenkbar bezeichnen, so sagte man: [redacted] als eine Apotheke ohne Zucker."

[redacted] Zeit wurde das Zuckerrohr nach Europa [redacted] sein Anbau sogar auf Sicilien betrieben, der [redacted] hörte, als es nach der Entdeckung Amerikas [redacted] auf die Antillen übertragen wurde. Dagegen [redacted] in Australien und auf Inseln des Großen [redacted] eigenthümliches heimisches Zuckerrohr vor. [redacted] des Geschichtlichen. Was nun die Ergiebig[redacted]Zuckerrohrs betrifft, so ist diese in Quantität [redacted] eine vorzügliche. Das Zuckerrohr, in [redacted] Erscheinung unserm Schilfrohr sehr ähn[redacted] 4—5 Meter hoch; seine gegliederten Stengel [redacted] eine Dicke von 5 Centimeter und färben sich [redacted] gelb und violett. Sie enthalten 90 Proc. [redacted] durchschnittlich 18 Proc. Zuckergehalt. Die [redacted]lommenheiten der Gewinnungsweise liefern hier[redacted]noch nur 8 Proc. als krystallinischen Zucker in [redacted]andel. Dieser enorme Verlust ist um so un[redacted]sicher, als der Saft des Zuckerrohrs eine fast [redacted] Zuckerlösung ist, mit sehr geringer Beimengung [redacted] Eiweißstoffen und Salzen.

A. Rohrzucker.

[redacted] beschränken uns darauf, bezüglich der Fabri[redacted]: des Rohrzuckers die Hauptoperationen nur kurz [redacted]euten, indem dieselben bei der Beschreibung der [redacted]nzuckerfabrikation sich wiederholen und dort eine [redacted]hende Besprechung erfahren.

[redacted] den Zuckerplantagen begnügt man sich, nur Rohzucker zu erzeugen, der auch unter dem [redacted]en Muscovade oder Puderzucker in Ge[redacted] einer gelblichen bis braunen, mehr oder weniger [redacted]ten, krümeligen Masse in den Handel kommt.

Das Auspressen des Zuckerrohrs geschieht in der [redacted]rmühle vermittels eiserner Walzenpressen, wobei [redacted]ren 90 Proc. Saft nur 50—60 Proc. ge[redacted]nen werden; ein Drittel desselben bleibt in dem [redacted]ten Stroh, Bagasse genannt, zurück, das zur [redacted]ung dient. Es folgt nun das Klären und [redacted]chen des Saftes, indem derselbe unter einem [redacted] von 5—9 Liter Kalkmilch auf 15000 Liter [redacted] in einem kupfernen Kessel erhitzt wird. Der [redacted] bewirkt einestheils die Abstumpfung der im Saft [redacted]tenen freien Pflanzensäuren, anderntheils bringt [redacted]s vorhandene Eiweiß zum Gerinnen, das einen [redacted]um bildet, der abgeschöpft wird. Hierdurch klärt [redacted]t Saft, der alsdann in andere Pfannen gebracht und eingekocht wird, bis eine zwischen Daumen und Zeigefinger gebrachte Probe sich in Fäden von 1,5 Centimeter Länge ausziehen läßt. Die eingedickte Masse wird in flache Holzgefäße gebracht, wo sie rasch erkaltet und krystallisirt. In dem Boden derselben befinden sich verstopfte Löcher, die nunmehr geöffnet werden, wodurch der nicht krystallisirbare Theil, Syrup oder Melasse genannt, abfließt.

Im europäischen Handel unterscheidet man drei Rohzuckersorten, nämlich: westindischen, von Cuba und den Antillen; ostindischen, auch hinterindischen, von Java, Manila, Siam, Kanton; und amerikanischen Rohzucker, von Rio-de-Janeiro u. a. m.

Die Raffination des Rohzuckers, d. h. seine Reinigung durch Entfärben und Umwandlung in Melis und Candis, ist ganz identisch mit dem Vorgange bei Darstellung des Rübenzuckers.

Die Gesammtrohrzucker-Production wurde im Jahre 1868 gegen 50 Mill. Ctr. geschätzt.

B. Rübenzucker.

Auch der Rübenzucker hat seine Geschichte. Dieselbe ist freilich neuern Datums und beeinflußt von den modernen Institutionen, von politischen und fiscalischen Rücksichten und Maßnahmen. Aber gerade die hierdurch eintretenden Wechselfälle verleihen ihr besonderes Interesse, ja sie erhebt sich zu wirklich tragischen Episoden, bezeichnet durch den Ruin von Hunderten von Fabriken und Tausenden von Vermögen.

Es gebührt dem Apotheker Marggraf in Berlin das Verdienst, den bedeutenden Zuckergehalt einer europäischen Culturpflanze nachgewiesen zu haben, der Runkelrübe, die bisher nur als Gemüse- und Futterpflanze in Betracht kam. Derselbe zeigte 1747 daß in der weißen Runkelrübe 6 Proc. Zucker enthalten sind. Allein wenn es auch später den verdienstvollen Anstrengungen von Achard und Hermbstädt gelang, im großen Betrieb aus der Rübe bis 6 Proc. Zucker und 4 Proc. Melasse zu gewinnen, so konnte doch bei den damaligen niedrigen Preisen des Zuckers, mit welchem England den Continent überschwemmte, ein allgemeiner und nachhaltiger Betrieb der heimischen Zuckerproduction nicht festen Boden gewinnen. Hierfür trat erst gegen Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts die günstige Conjunctur ein. Anhaltende Kriege und insbesondere das System der Continentalsperre, durch welches Napoleon I. England zu ruiniren gedachte, steigerten die Preise des Colonialzuckers zu fabelhafter Höhe. Während man um das Jahr 1805 für ein Pfund Zucker 8 bis 12 Groschen bezahlte, kostete dasselbe im Jahre 1811 nicht weniger als 2 Thaler. Wenn dies schon einer auf die Erzeugung von Rübenzucker gesetzten Prämie gleichkommt, so wurde dieselbe noch weiter ermuntert durch besondere von Napoleon auf die Anlage von Fabriken gesetzte Preise, und in seinem Drange, England zu schaden, entwickelte er auf dem Gebiete der Zuckerindustrie einen solchen Eifer, daß der Haß gegen ihn das populärste Gefühl in England wurde. Aus jener Zeit datirt eine Caricatur, auf der man John Bull erblickt, wie er eine mächtige Rübe, die unverkennbar die Züge und Figur Napoleon's trägt, über den Kanal schleudert mit den Worten: „Va te faire sucre!"

Mit dem Sturze Napoleon's und des Continentalsystems stürzten zugleich die Rübenzuckerfabriken, die gleich Pilzen im nördlichen Frankreich emporgeschossen waren. Es schien, als ob diese Industrie überhaupt vom europäischen Boden verschwinden sollte. Allein es entstand im Verlaufe der Zeit für dieselbe eine er-

neuerte, wenn auch weniger hohe Prämie durch den auf die Einfuhr des Zuckers gelegten Zoll. Dieselbe besteht noch heute als wesentliche Bedingung für die einheimische Zuckererzeugung, denn während in Deutschland sowol der eingeführte Rohrzucker als auch der Rübenzucker durchschnittlich pro Pfund 6 Groschen kostet, beträgt der Preis desselben in England 3 bis 4 Groschen, da dort der Colonialzucker zollfrei eingeht.

Die Rübenzuckerfabrikation entwickelte sich vorzüglich wieder im nordwestlichen Frankreich, wo Arras und Lille ihre Mittelpunkte bilden. In Deutschland gewann sie Ausdehnung besonders in der preußischen Provinz Sachsen, in Braunschweig und Anhalt, während in Süddeutschland nur eine einzige Fabrik von hervorragender Bedeutung sich behauptet hat. Es fehlte nämlich auch in späterer Zeit keineswegs an Krisen für diese Industrie. Mit der steigenden Production des inländischen Rübenzuckers mußte eine entsprechende Verminderung des Eingangszolls für Colonialzucker eintreten, und der Staat suchte diesen Ausfall seiner Einnahmen zu decken durch Besteuerung der Zuckerfabrikation. In der That wurde dieselbe von anfänglich $^1/_2$ Groschen für den Centner verarbeiteter Rüben seit 1840 allmählich auf $7^1/_2$ Groschen gesteigert und dürfte hiermit ihre Grenze noch nicht erreicht haben. Im Jahre 1867, wo 43,5 Mill. Ctr. Rüben verarbeitet wurden, war der Ertrag der Rübensteuer 12 Mill. Thlr. Die Gesammtproduction von Rübenzucker in Europa betrug 14 Mill. Centner, wovon auf Deutschland nahezu 4 Mill. Centner kommen.

Diese Belastung der Fabrikation konnte nur ertragen werden durch eine vervollkommnete Methode in der Zuckergewinnung, und hier ist es, wo die Fortschritte in der Chemie sowie die Zuziehung physikalischer und mechanischer Hülfsmittel das Einhalten der Wage ermöglichen. Andererseits hatten entsprechende Verbesserungen im Anbau der Rübe mitzuwirken zur Erreichung und Einhaltung dieses Ziels.

Hiermit sind wir bei der Betrachtung der Zuckerrübe selbst angekommen, von der verschiedene Spielarten angebaut werden, unter welchen die Electoral- oder Imperialrübe den reichsten, auf 12—14 Proc. steigenden Zuckergehalt besitzt. Durchschnittlich kann jedoch der Zuckergehalt der Rüben nicht höher als 10—11 Proc. angenommen werden. Als mittlere chemische Zusammensetzung der Zuckerrübe ergeben sich folgende Procente:

Wasser	82,7
Zucker	11,3
Eiweißstoffe	1,5
Zellstoff	0,8
Organische Stoffe, insbesondere Säuren und ihre Salze, Farbestoff u. a. m., und unorganische Salze	3,7
	100,0

Als verkäufliche Waare in Gestalt von Melis werden aus dem Centner Rüben 7—8,5 Pfd. Zucker gewonnen.

Der große Gehalt des Rübensaftes an Eiweißstoffen, insbesondere aber an Säuren und Salzen sind die Ursachen, welche die Gewinnung des Zuckers aus demselben ungemein erschweren und die Ausbeute beeinträchtigen.

Die Fabrikation des Rübenzuckers umfaßt eine Reihenfolge von Operationen, welche wir in Nachfolgendem aufzählen:

1) Das Waschen und Putzen der Rüben. 2) Das Zerkleinern derselben. 3) Gewinnung des Rübensaftes. 4) Scheidung des Saftes mit Kalk und Entfernung desselben. 5) Entfärbung vermittels Filtration durch Knochenkohle. 6) Verkochen des Saftes zur Krystallisation. 7) Darstellung von Melis und Candis.

1) Das Waschen und Putzen der Rüben geschieht in einer aus Latten gefügten Trommel, die 12 Centimeter tief in Wasser eintaucht und durch Dampfmaschine in Umdrehung versetzt wird; die ankommen gereinigten Rüben werden mit dem Laub von den Köpfen und sonstigen unbrauchbaren Teilen befreit.

2) Die Zerkleinerung der Rüben. Dieselbe besteht vorherrschend in dem Zerreiben oder, richtiger gesagt, in einem Zerreißen der Rüben. Da der in den Zellen der Rübe eingeschlossen ist, so muß selbst die Anwendung des stärksten Drucks nicht vermögend sein, denselben auszupressen. Dies kann nur geschehen, wenn das Zellgewebe zerrieben ist. Hierzu bedient man sich der Reibe von Thierry (Taf. 9, Fig. 1), die im Durchschnitt abgebildet ist. Dieselbe besteht aus einer Reibetrommel, die aus zwei Scheiben von Gußeisen gebildet wird, von welchen hier nur die eine, B sichtbar ist. Zwischen denselben sind vermittels Schrauben hölzerne Dauben g g eingesetzt und auf diese abwechselnd schmale Holzleisten f aufgenagelt und entsprechende Sägeblätter e zwischen denselben eingeklemmt, von welch letztere eingesetzt werden. Durch einen jederseits in Stirne dieser Theile getriebenen schmiedeeisernen bekommt das Ganze Halt, der noch vermehrt durch Uebergießen des Holzwerks der Trommel warmem Wasser, wodurch es aufquillt. Verwurde die Herstellung dieser Vorrichtung, indem wie Fig. 4 zeigt, zwei gußeiserne Scheiben die durch die Achse b und die daraufsitzenden zu einem Ganzen fest verbunden sind. Zwischen Scheiben werden dann Sägeblätter in einen klemmt, der durch einen am Umfang befindlichen gebildet wird.

Die Trommel ist auf der Achse a (Fig. 1) und macht mit derselben 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute, wodurch in 24 Stunden 800 Ctr. Rüben in einen feinen Brei verwandelt Es geschieht dies durch die über die Leisten ragenden Zähne der Sägeblätter. Damit der nicht weggeschleudert wird, deckt eine Kappe blech D die Oberseite der Maschine. Die werden in dem sogenannten Rumpf C vorgeentweder durch Handarbeiter oder durch einen schen Schiebknecht (Poussoir). Die zerriebene fällt in den Raum E.

Nach dem Verfahren von Schützenbach der großen Fabrik von Waghäusel in Baden wird, werden die Rüben durch eine mechanische richtung in fingerlange Schnitzel geschnitten getrocknet und später extrahirt.

3) Gewinnung des Rübensaftes. Das pressen des Rübenbreis hat die hydraulische alle frühern Preßvorrichtungen verdrängt, wegen leichter Handhabung und großer Wirkung bei kleinen Raum einnimmt. Die Einrichtung der lischen Presse beruht auf dem hydrostatischen daß der Druck, welcher auf eine Stelle einer keit ausgeübt wird, die in einem verschlossenen sich befindet, nach allen Richtungen mit gleich sich fortpflanzt. Ein unwillkommenes Beispiel durch erzielbaren Wirkung wird mitunter beim Verkorken von Weinflaschen. Ist eine solche angefüllt, sodaß der Kork unmittelbar auf der keit aufsitzt, so reicht ein ganz geringer

ɔlag hin, die Flasche zu zersprengen. Jeder Theil innern Oberfläche der Flasche, der so groß ist als vom Kork berührte Flüssigkeitsfläche erleidet in sem Falle einen gleich großen Druck wie jene, was e Gesammtwirkung von innen nach außen ergibt, selbst die stärkste Flasche nicht zu widerstehen mag.

Um zu erläutern, wie dieses Princip Anwendung det bei der hydraulischen Presse, bedienen wir uns Fig. 5 Dieselbe stellt ein zweischenkeliges Ge- vor, in welchem zwei Kolben luftdicht eingepaßt ɔ verschiebbar sind. Das Gefäß ist angefüllt mit ɑsser. Wirkt nun ein Druck auf den kleinern lben, so pflanzt sich derselbe fort und schiebt den lben im weitern Schenkel mit einer Kraft in die he, die so viel mal größer ist als die angewendete, der Querschnitt des großen Kolbens den des kleinen Flächeninhalt übertrifft. Es habe beispielsweise Querschnitt des kleinen Kolbens 1 Quadratcenti- ter, der des großen 100 Quadratcentimeter, und sei der auf erstern wirkende Druck gleich 10 Pfd., wird der große Kolben mit einer Kraft von × 100 = 1000 Pfd. aufwärts geschoben. Wird n über diesem Kolben ein Widerlager angebracht ɔ zwischen diesem und dem Kolben ein Körper ein- chaltet, so wird letzterer mit der entsprechenden Kraft ammengepreßt. Je größer der Querschnitt des eßkolbens im Verhältniß zu dem des Druckkolbens, ɔ je größer der auf letztern ausgeübte Druck, desto ößer die Wirkung der Presse, die in der That zu nz außerordentlicher Leistung gesteigert werden kann. ır weitern Veranschaulichung dient Fig. 6, wo t Weglassung der Druckpumpe, welche durch m das ɑsser unter den Preßkolben g führt, die eigentliche eßvorrichtung abgebildet ist. Dieser Kolben trägt seinem obern Theil eine Platte h, Preßtisch ge- nnt, die ringsum eine rinnenförmige Vertiefung Aufnahme des ausfließenden Saftes hat, der durch ɜ Rohr z′ abläuft. Auf den Preßtisch wird der in cher eingeschlagene oder in Säcke gefüllte Rübenbrei eingeschalteten Eisenblechen aufgeschichtet und durch ı Auftrieb des Kolbens gegen das Widerlager o′ ɔrückt.

Die Dicke der zu pressenden Rübenbreischichten darf r eine geringe sein, sodaß nach vollzogener Pressung Preßrückstände, die sogenannten Preßlinge, nicht ler sind als Pappe, und dabei dicht und möglichst den erscheinen. 100 Pfd. Rüben liefern 76,8 Saft ɔ 23,2 Pfd. Preßlinge, welche noch 15 Wasser und 2 Pfd. Zucker enthalten. Man benutzt dieselben als ehfutter, zur Bereitung von Branntwein und als ıterial zur Papierfabrikation.

Außer dem geschilderten Preßverfahren kommt zur ftgewinnung auch das Schleuderverfahren vermittels Centrifuge in Anwendung. Der populärsten wendung der Centrifugalkraft begegnen wir, wenn Köchin den gewaschenen Salat, in eine Seihe oder einen Korb gethan, kräftig in Umschwingung versetzt. s anhängende Wasser fliegt durch die Oeffnungen r Maschen davon. Maschinen, nach gleichem Prin- construirt, um Flüssiges von Festem zu trennen, ßen Centrifugen. Fig. 10 zeigt uns im Längs- nitt eine Saftcentrifuge; a ist eine oben offene ommel mit siebartig durchlöcherter Wand, in welche Rübenbrei eingeschüttet wird, der von dem Kegel abgleitet und nach der Trommelwand geleitet wird. n Mantel e e umgibt die Trommel und dient zum ıffangen des ausgeschleuderten Saftes, der durch f fließt. Durch die Achse b, welche mit der Betriebs- ɑschine in Verbindung steht, wird die Trommel in Bewegung gesetzt, von 1000 — 1200 Umgängen in der Minute. Dieselbe vermag 150 — 200 Pfd. Rübenmasse aufzunehmen. Die Centrifuge liefert aus dem eingetragenen Brei nur ungefähr 65 Proc. Saft. Zur Gewinnung des zuckerhaltigen Saftes, der im Rückstand noch enthalten ist, wird dieser gedeckt, d. h. durch eingespritzes Wasser etwas verdünnt und abermals ausgeschleudert. Eine Wiederholung dieser Operation würde zwar eine fast gänzliche Erschöpfung des Breis möglich machen, aber so verdünnte Säfte liefern, daß er die Kosten der Eindampfung nicht lohnt.

Endlich macht man bei der Gewinnung des Zuckers aus der Rübe auch Gebrauch von der Maceration, welche darin besteht, daß die getrocknete Rübe gemahlen und wiederholt in Wasser eingeweicht wird, das den Zucker auszieht. Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, daß das Verarbeiten der getrockneten Rübe einen Geschäftsbetrieb zuläßt, der auf das ganze Jahr sich ausdehnt, während das Aufarbeiten frischer Rüben in eine kurze Periode, in die sogenannte Campagne sich zusammendrängt, mit nachfolgendem Stillstellen der Arbeiter. Als Nachtheil der Arbeit mit getrockneter Rübe ergibt sich jedoch der wiederholte Aufwand von Brennstoff, einmal um den natürlichen Wassergehalt der Rübe, und das andere mal um das bei der Maceration wieder zugesetzte Wasser zu verdampfen. Man hat daher letztere nicht ohne Vortheil auf frische Rübenschnitzel anzuwenden versucht.

4) Die Scheidung des Rübensaftes. Der ausgepreßte Saft färbt sich an der Luft rasch tintenartig; er enthält außer Zucker einige stickstoffhaltige Substanzen, die leicht Fermente bilden und den Zucker in Milchsäure und andere Gärungsproducte überführen; er enthält ferner freie Säuren, die geneigt sind, den Zucker in unkrystallisirbaren Zucker zu verwandeln. Es gilt daher, diesen nachtheiligen Einflüssen möglichst rasch zu begegnen, was geschieht, indem der Saft in der Scheidepfanne, unter Zusatz von 1 — 2 Pfd. Kalk auf 100 Liter erhitzt wird. Sobald der Inhalt der Pfanne den Siedpunkt erreicht hat, scheidet er sich in eine zusammenhängende, starke, graue Schaumdecke und in klaren Saft, welch letzterer schon nach einigen Minuten abgezogen werden kann. Der im Kessel verbleibende Schaum bildet eine schlammige Masse, den sogenannten Scheideschlamm, und hält eine bedeutende Menge Zuckersaft zurück. Zu dessen Gewinnung wurde früher der Schlamm durch Handarbeit in Säcke gefüllt und ausgepreßt, allein von dem darin vorhandenen ätzenden Kalk wurden nicht nur die Preßbeutel, sondern auch die Kleider und Hände der Arbeiter zerfressen, sodaß letztere diese Arbeit verweigerten. Die Einführung einer bessern Methode wurde daher als eine allseitige Wohlthat begrüßt.

Die Entsaftung des Scheideschlammes geschieht jetzt allgemein durch die Filterpresse (Fig. 11). Derselben ist die Einrichtung von Pressen zu Grunde gelegt, die in England schon lange in der Porzellanfabrikation zum Auspressen des Wassers aus der feingeschlemmten Porzellanerdemasse in Anwendung kommen. Auf einer horizontalen Barre T sind vermittels der Handhaben g g eine Anzahl von eisernen Preßplattent s d, s d, eingehängt; der bewegliche Holm h läßt sich durch Anziehen der Schraubenmuttern m m, was mit dem Hebel F geschieht, auf der Barre T gegen den festen Holm h′ schieben, wodurch die Preßplatten aneinandergedrückt werden. Jede Preßplatte hat eine etwa 2 Centimeter starke Vertiefung und ist der Länge nach cannelirt. Es entstehen auf diese Weise zwischen den Platten schmale, auf der hohen Kante stehende

Preßkammern, welche ringsum mit sehr feinmaschigem Messingdrahtsieb und darübergeschlagenem Tuch bekleidet sind. Auf unserer Abbildung sind einige Preßplatten herausgenommen, sodaß die mit Drahtsieb verkleidete vertiefte Wand i″ der Platte d′ sichtbar ist. R ist ein hohler, vierkantiger Kanal, und eben in die Höhe gehoben, um zu zeigen, daß er unten die Oeffnungen 1, 2, 3, 4 .... hat, welche ebenso viel Oeffnungen entsprechen, die zu den Preßkammern führen, v v ... sind Ventile, durch welche diese Oeffnungen geschlossen werden können. Denken wir uns den Kanal R herabgelassen, durch die Schraube b fest angedrückt und bei geöffneten Ventilen v ... in Verbindung gesetzt mit einem höher gelegenen Behälter, der mit Scheideschlamm gefüllt ist, so wird letzterer in die Preßkammern treten. Werden nunmehr die Ventile v v geschlossen und der Hebel F in Thätigkeit gesetzt, so rücken die Preßplatten zusammen, der Scheideschlamm wird ausgedrückt und entläßt seinen Saft in die Sammelrinne S. Es ist ferner die Einrichtung getroffen, daß durch ein Zuleitungsrohr x Dampf in alle Preßkammern einströmen kann, welcher den in dem Schlammkuchen und in dem Preßzeuge noch vorhandenen Zuckersaft austreibt und der Sammelrinne zuführt. Es wird auf diese Weise ein sehr vollständiges Aussüßen des Schlamms erzielt.

Der Einfluß, welchen die Scheidung auf den Saft ausgeübt hat, ist ein sehr wesentlicher. Erstlich wird durch die Siedehitze ein großer Theil eiweißartiger Stoffe als Schaum abgeschieden, während durch den Kalkzusatz andere stickstoffhaltige Bestandtheile unter Entwickelung von Ammoniak zersetzt werden. Die vorhandenen freien Säuren werden abgestumpft und die Salze zersetzt, sodaß freies Kali und Natron im Saft enthalten sind. Gleichzeitig entsteht jedoch eine Verbindung von Kalk mit Zucker, sogenannter Zuckerkalk, die in Wasser löslich ist. Dieser Zucker würde der Gewinnung entgehen, ohne die Vornahme der Entkalkung des Saftes, welche durch Einleitung von Kohlensäure in denselben bewirkt und Saturation genannt wird; der Kalk fällt als ein Schlamm nieder, der mit dem Scheideschlamm der Filterpresse unterworfen wird.

Während der Rübensaft vor der Läuterung trübe, röthlich oder schwärzlich und schwach sauer war, erscheint er nach derselben vollkommen klar (blank), hellgelb, alkalisch und von stark ammoniakalischem Geruch.

5) Die Filtration des Saftes durch Knochenkohle und das Verdampfen des Saftes.

Der natürliche Wassergehalt des Rübensaftes wird noch vermehrt durch den Wasserzusatz, den derselbe bei verschiedenen Operationen, wie beim Aussüßen des Rübenbreis, des Scheideschlamms u. a. m. erfährt. Zur Gewinnung des Zuckers aus dem Saft müssen $^{10}/_{11}$ seines Gewichts Wasser oder 16000 Liter auf 1000 Liter verdampft werden. Man unterscheidet hierbei zwei Perioden, nämlich das Verdampfen des sogenannten Dünnsaftes bis zur Concentration von 25° B., von welchem Punkt an der Saft Dicksaft heißt und durch das nunmehr eintretende Verkochen zur Krystallisation gebracht wird.

Ungeachtet der Reinigung, welche der Saft durch die Scheidung und Saturation erfahren hat, enthält derselbe immer noch fremde Stoffe, die insbesondere bei zunehmender Concentration desselben zersetzend auf den Zucker einwirken. Außer färbendem Stoff ist es die Gegenwart von Kali, Natron, sowie von Kalk, welche sich nachtheilig erweisen und auf chemischem Wege nicht entfernt werden können.

Glücklicherweise hat man in der Knochenkohle ein Mittel entdeckt, eine weitere Reinigung des Saftes zu bewirken, indem dieselbe die wunderbare Eigenschaft besitzt, sowol Farbestoffe als auch Salze anzuziehen und festzuhalten. Zu diesem Zweck wird der Saft zweimal durch Kohle filtrirt, das erste mal unmittelbar sogleich nach der Saturation oder nachdem derselbe etwas verdampft ist; es ist dies die Filtration des Dünnsaftes. Die zweite oder die Filtration des Dicksaftes findet unmittelbar vor dem Verkochen statt, wenn derselbe eine Concentration von 22 — 25° B. erreicht hat.

Allgemein in Verwendung ist das Dumont'sche Kohlenfilter (Fig. 7), im Durchschnitt, ein aufrechtstehender Cylinder von Eisenblech, der 3 Meter Durchmesser und 3 bis 4 Meter Höhe hat. Die Mannlöcher m und m′ dienen zum Ein- und Herausbringen frischer und abgenutzter Kohle; der Siebboden wird mit einem Seihtuch belegt und dann mit gepulverte Kohle aufgetragen. In das Leitungsrohr münden nicht weniger als vier Hähne, um nach Belieben Dampf durch C, oder Wasser durch d, Dünnsaft durch e oder Dicksaft durch f, aus oberhalb befindlichen Behältern einlassen zu können. Der vom Filter abwärts austretende Saft steigt in dem Rohre u aufwärts und fließt bei geöffnetem Hahn h in den Trichter, der auf die Leitrohre O oder O′ gesteckt wird, je nachdem Dünnsaft oder Dicksaft resultirt.

Der aus dem Filter hervorgehende, mehr oder weniger gereinigte Dicksaft heißt nunmehr Klärsel, und wird zur Krystallisation verkocht.

Die ausgezeichnete Wirkung, welche die Knochenkohle auf die Reinigung des Saftes ausübt, nimmt jedoch in dem Maße, als auf ihrer Oberfläche die verschiedenen entzogenen Stoffe sich absetzen, welche eine theils stickstoffhaltigen organischen Stoffen, insbesondere Eiweiß, anderntheils aus Kalk bestehen. Letzterer wird von der Kohle so kräftig angezogen, daß manche Fabriken die Entkalkung durch Kohlensäure ganz unterlassen. Es tritt endlich ein Zeitpunkt ein, in welchem die Kohle ihre Wirksamkeit völlig eingebüßt hat und aus dem Filter entfernt werden muß. Bei dem starken Verbrauch an Kohle, der sich in der Fabrik Waghäusel auf circa 20000 Ctr. beläuft, ist es daher von Wichtigkeit, daß man Mittel und Wege gefunden hat, zur Wiederbelebung der Kohle, d. h. zu Verfahren, wodurch sie ihre nützlichen Eigenschaften nahezu vollständig wiedererlangt. Zu diesem Zweck wird die gebrauchte Kohle zuerst mit Salzsäure behandelt, wodurch ihr der aufgenommene Kalk entzogen wird; hierauf überläßt man die Kohle der sauren Gärung, d. h. der Fäulniß, wodurch die stickstoffhaltigen Stoffe in Zersetzung übergehen. Der letztere Proceß kann mit Zeitgewinn ersetzt werden durch Behandlung der Kohle mit Natronlauge. Es folgt dann ein sorgfältiges Waschen der Kohle, worauf sie getrocknet und geglüht wird.

Letzteres geschieht in dem Röhren (Taf. 8, Fig. 11), den wir im Durchschnitt haben; 30 bis 40 gußeiserne Röhren sind in Reihen c, c, c hintereinander in einem sogenannten Etagenrost aufgestellt. Die schiefe Wand v ist der Raum, in dem der Cylinder sich befindet, in die Abtheilung geschieden. Durch o tritt kalte Luft ein, die Endstücke der Cylinder und streicht dann in den Feuerraum C unter den Rost. Die abziehende Luft dient zum Trocknen der auf der Platte über den Bogen ausgebreiteten Kohle. Die Cylinder werden mit Kohle beschickt, nachdem sie hinlänglich geglüht ist, durch den unten angebrachter Schieber entleert wird und die Kohle von oben nachrutscht und Platz zu neuer Füllung

) Das Verkochen des Klärsels zur Kry-
llisation. In dem Vorhergehenden haben wir
hen, daß der Saft nach der Scheidung durch Ein-
en eine fortwährende Concentration erfährt. Es
de hierbei unbeachtet gelassen, auf welche Weise das
kochen geschieht, obgleich dies von höchster Bedeutung
die Ausbeute an Zucker ist. Bemerken wir zu-
ist, daß letzterer beim Erhitzen an der Luft fort-
rend eine Veränderung erleidet, was sich durch die
hmend dunkler werdende Färbung zu erkennen gibt.
beruht dies darauf, daß ein Theil des Zuckers sich
braungefärbten Schleimzucker verwandelt, der un-
allisirbar ist und daher für den Zweck der Dar-
ung verkäuflicher Waare verloren geht. Eine Ver-
derung dieses Verlustes läßt sich nur herbeiführen
urch, daß alle Kocharbeit möglichst abgekürzt, sowie
sie bei Abschluß der atmosphärischen Luft und bei
lichst niederer Temperatur ausgeführt wird.
Diesen Anforderungen entspricht in vorzüglichster
se die Vacuumpfanne (Taf. 9, Fig. 8), bei
her alle Hülfsmittel der vorangeschrittenen Physik
Mechanik in Anwendung kommen. Vacuum
nt der Physiker einen luftleeren Raum, und wir
en uns daher die Vacuumpfanne V als einen
Sum abgeschlossenen, nahezu luftleeren Kessel vor-
stellen, wie unsere durchschnittliche Abbildung den-
en in vollster Thätigkeit zeigt. Das Verständniß
elben setzt voraus, daß man sich eine ganze Reihe
wirkender Vorrichtungen, wie Dampfmaschine, Pum-
, Behälter verschiedener Art u. a. m., hinzuzu-
ken hat.
Die Erhitzung des in der Pfanne befindlichen Zucker-
es geschieht einestheils durch das in demselben be-
liche vielfach gewundene Schlangenrohr s, dem
ch d Dampf zugeleitet wird, anderntheils durch den
dem Doppelboden b befindlichen Dampf, den das
r d 2 liefert; s' und b' führen das in der Schlange
dem Doppelboden condensirte Wasser hinweg. Der
dem erhitzten Zuckersaft sich erhebende Dampf tritt
den cylindrischen Aufsatz D, Dom genannt, der das
ersteigen des Saftes vermeiden soll, und gelangt
ch das Rohr R in den Uebersteiger H und in den
ndensator C, wo er verdichtet wird. Auf diese
ise wird mit dem Dampf auch die anfänglich in
Vacuumpfanne befindliche Luft aus derselben ent-
lt, sodaß ein inwendig angebrachtes Barometer m
5 — 10 Centimeter Druck anzeigt, gegen 76
timeter Luftdruck außerhalb. Der Siedepunkt des
rsels, der durch das eingelassene Thermometer t
bachtet wird, liegt dann nur zwischen 50 bis 60° R.,
rend es unter dem atmosphärischen Druck erst bei
R. siedet. Der Probestecher p dient, um Proben
kochenden Inhalts herausnehmen zu können, ohne
Luft einzudringen vermag; durch das Fenster u
sich der Gang des Kochens im Vacuum beobachten,
durch ein Licht an dem zweiten Fenster U' er-
htet wird. Durch den Fetthahn g kann Luft
gelassen werden, sowie auch Fett, um das Ueber-
gen der kochenden Masse zu verhindern. Sobald
ere hinlänglich eingedampft ist, wird sie durch
derdrücken des Kegels c vermittels des Hebels h
leert und fließt dann durch den Trichter T
dafür bestimmte Behälter. Zum Nachfüllen des
cuums genügt es, den Saughahn z^0 zu öffnen, um
ch den äußern Ueberdruck in den Saugrohren z^1,
z^3, z^4, je nach Bedarf Dünnsaft, Dicksaft oder
sser aufsteigen und durch das Rohr z eintreten zu
en.
Wenn bei stürmischem Kochen die Masse in dem
hr n aufsteigt, so wird sie von der Fangklappe f
im Dom zurückgehalten und fließt durch die Oeffnungen
k k wieder in das Vacuum zurück. Nichtsdestoweniger
ist der Fall vorgesehen, daß Flüssigkeit selbst in den
Uebersteiger H treten kann, wo sie dann durch den
Hahn q abgelassen wird; die Standrohre i i zeigen
beiderseits an, wie es im Innern dieser Vorrichtungen
beschaffen ist. Die abziehenden Dämpfe treten in der
durch die Pfeile angedeuteten Richtung in den Con-
densator C, vertheilen und verdichten sich daselbst in
einem System von Röhren r r, die mit kaltem Wasser,
von w herkommend, umgeben sind. Das hierdurch
warm gewordene Wasser kann durch den Hahn o ab-
gelassen werden.
Das Einkochen des Klärsels im Vacuum wird fort-
gesetzt, bis dasselbe so concentrirt ist, daß nach dem
Entleeren beim Erkalten aus der vollkommen klaren
oder blanken Masse das Auskrystallisiren des Zuckers
eintritt. Man nennt dies das Blankkochen und
erkennt die Erreichung dieses Zeitpunktes an der
Fadenprobe, die darin besteht, daß eine heraus-
geholte Probe, zwischen Zeigefinger und Daumen aus-
einandergezogen, steife, abbrechende Fäden bildet.
Das Kochen kann jedoch noch weiter fortgesetzt werden
und es findet alsdann die Ausscheidung von Zucker-
krystallen bereits in dem Apparate selbst schon statt,
was man das Kochen auf Korn nennt.
7) Die Arbeit auf Rohzucker und Brotzucker.
So wie dem Producenten des indischen Zuckers locale
Verhältnisse und Zustände es vortheilhafter erscheinen
lassen, sich auf die Darstellung von Rohzucker zu be-
schränken und das Reinigen desselben den Raffinerien
zu überlassen, so ist dies auch bei manchen Rüben-
zuckerfabrikanten der Fall. Ihre Aufgabe ist es daher,
einen krümelig krystallinischen, mehr oder weniger
bräunlich gefärbten Rohzucker zu erzeugen. Zu diesem
Zweck wird der blank oder auf Korn verkochte Zucker-
saft, die sogenannte Füllmasse, in die Krystallisa-
tionskasten von Eisenblech (Fig. 9) ausgeschöpft,
die lackirt sind und etwa 240 Pfd. Füllmasse auf-
zunehmen vermögen. Die Abflußröhren oder Tillen
dieser Kasten sind verstopft, und letztere werden in der
Füllstube bei 25 — 30° R. aufgestellt, worauf die
Krystallisation beginnt. Nach 6 — 12 Stunden
wird der Stöpsel gezogen, wobei die nicht krystallisirte
Masse als sogenannter Syrup abfließt; um dessen
völliges Abfließen zu bewirken, wird von Zeit zu
Zeit mit einem zugespitzten eisernen Dorn in die Tille
eingestochen. Nach acht Tagen ist diese Operation
vollendet und der fertige Rohzucker wird ausgestochen
und ausgeschüttet, wobei man den an der Tille befind-
lichen syruphaltigen Theil absondert. Er heißt: erstes
Product, zum Unterschied von dem zweiten, dritten
und vierten Product, welche weniger rein sind und
bei längerm Stehen aus dem abgelaufenen Syrup
noch auskrystallisiren. Zur Gewinnung des vierten
Productes wird der Syrup in Behältern von Eisen-
tafeln, die 300 Ctr. aufnehmen, bis zur Dauer
eines Jahres der Krystallisation überlassen. Diese
Nachproducte werden meist zur Anreicherung der Füll-
massen in das Vacuum zurückgebracht, was man das
Einwerfen nennt. Manche Fabriken arbeiten nur
auf erstes und zweites Product, und ziehen es vor,
die ablaufenden Syrupe auf die Erzeugung von Spi-
ritus zu verwenden.
Anstatt, wie angeführt, die Trennung des Syrups
von den Krystallen durch langsames Ablaufenlassen zu
bewerkstelligen, geschieht dies jetzt auch häufig ver-
mittels der Centrifuge, durch Ausschleudern. Die
Maschine ist der früher beschriebenen ganz ähnlich, nur
kleiner. Die eingegebene Füllmasse wird mit einem

kleinen Zusatz von Wasser in einem sogenannten Maischtrog zu einem gleichförmigen Brei verarbeitet und hierdurch die Abscheidung des Syrups so vollständig ermöglicht, daß der aus der Centrifuge kommende Zucker, nachdem er etwas abgetrocknet hat, sofort verkäufliche Waare ist.

Die Brotarbeit, treffender als Melisarbeit bezeichnet, denn ihre Aufgabe ist die Erzeugung von Zucker in Gestalt der im Gebrauch gewöhnlichen Zuckerhüte von weißem Melis, besteht darin, daß die Füllmasse in lackirte Zuckerhutformen von Eisenblech gebracht wird, deren in der Spitze befindliche Oeffnung verstopft ist. Durch öfteres Umrühren, Stirren, bewirkt man eine möglichst gleichförmige Krystallisation, und nachdem diese eingetreten, läßt man den Syrup ablaufen. Ein Theil desselben bleibt jedoch den Krystallen anhängen und wird durch das sogenannte Decken entfernt, indem man auf den breiten Theil des Zuckerhuts eine concentrirte Lösung von reinem Zucker, Decksyrup oder Decksel, aufgießt, der den braungefärbten Syrup verdrängt. Auch wird letzterer durch Aussaugen auf den sogenannten Nutschapparaten entfernt, indem die Spitzen der Formen luftdicht in die Oeffnungen eines Röhrensystems eingesetzt werden, das mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Sobald durch letztere die Luft innerhalb verdünnt wird, drückt die Atmosphäre mit Gewalt den Syrup durch die Form und aus der Oeffnung der Spitze heraus.

Die aus den Formen genommenen Brote werden in einer auf 40° R. geheizten Stube getrocknet und hierauf ihre immerhin noch gelblich gefärbten Spitzen auf einer Drehbank zu einer neuen Spitze abgedreht, worauf dieselben als Handelswaare zum Verpacken kommen.

Raffinade heißt ein vorzüglicher reiner Melis, der aus den besten Rohzuckern dargestellt wird, indem man dieselben in heißem Wasser auflöst, durch Zusatz von Knochenkohle und von Blut oder Eiweiß entfärbt und klärt. Die vollkommen klare und farblose Flüssigkeit wird alsdann in der oben beschriebenen Masse verkocht und gefüllt.

Der Candiszucker besteht bekanntlich aus großen Krystallen, die zur ihrer Bildung längere Zeit erfordern als die kleinen Kryställchen des Rohzuckers und Melis. Zu seiner Darstellung wird ein möglichst blankes Klärsel bis zur schwachen Fadenprobe verkocht und als Füllmasse in die Candispotten gebracht, runde, nach unten etwas sich verengende Gefäße von Kupfer- oder Eisenblech, in welchen inwendig quer Fäden gespannt sind. Sie werden in der sogenannten Stove, einem auf 40 — 50° R. geheizten Raume 8 — 10 Tage ruhig stehen gelassen, worauf man den nicht krystallisirten Syrup von dem gebildeten Candis ablaufen läßt.

Die Melasse bildet den dunkeln Hintergrund der Rübenzuckerfabrikation und den Gegenstand der nagenden Sorge des Fabrikanten. Während der von den indischen Rohzuckern abfallende Syrup einen reinen Geschmack hat und als Versüßungsmittel verwendbar ist, bietet die Rübenmelasse eine dickflüssige, schwarzgrüne Masse von widrigem Geruch und ekelhaft salzigem Geschmack dar und erweist sich als völlig ungenießbar. Da 100 Pfd. Rüben etwa 2,5 Pfd. Melasse liefern, und diese noch ungefähr 50 Proc. krystallisirbaren Zucker enthält, so läßt sich leicht der Verlust ermessen, der aus diesem Abgang entsteht. Die Verlegenheit war für den Fabrikanten um so größer, als sich kaum eine Verwendung fand für dieses mißfällige Nebenproduct. Sein schon am Geschmack erkennbarer Gehalt an Kali- und Natronsalzen macht dasselbe nur mit Beschränkung als Zusatz zum Viehfutter verwendbar, deren Ueberschreitung Diarrhöen veranlaßt. Die Melasse wird daher hauptsächlich auf die Darstellung von Spiritus verarbeitet, der jedoch einen schlechten Geruch und Geschmack hat und nur für technische Zwecke nutzbar ist.

Es fehlt jedoch keineswegs an Versuchen, aus der Melasse noch einen Theil ihres Zuckers zu gewinnen, und man hat in neuerer Zeit hierzu die Dialyse zu Hülfe genommen. Dieselbe beruht darauf, daß Lösungen von verschiedenen Stoffen und ungleicher Stärke durch ein Membran voneinander getrennt sind, das Bestreben haben, die Scheidewand gegenseitig zu durchdringen und dies so lange fortzusetzen, bis darin ein Zustand des Gleichgewichts hergestellt ist. Man kann zu dialytischen Versuchen sowol thierische als pflanzliche Häute verwenden, wie z. B. Blase oder Pergamentpapier. Die Erfahrung lehrte hierbei, daß krystallisirbare Stoffe, sogenannte Krystalloide, wie die Salze und der Zucker gehören, viel schneller durch die Membran hindurchgehen als die unkrystallisirbaren oder Colloïde, von welchen die Eiweißstoffe, Gummi und die schleimigen Stoffe Beispiele sind. Fig. 12 zeigt einen kleinen Apparat zu solchen Versuchen, einen Dialysator. Er besteht aus einem kleinen Reifen von Guttapercha, welcher auf der einen Seite mit Pergamentpapier überbunden ist. Man stellt den Dialysator auf Wasser, das in einem weitern Gefäß befindet, und bringt auf denselben die zu dialysirende Flüssigkeit, z. B. Melasse. Da zeigt es sich, daß vor allem die Salze durch die Scheidewand in das Wasser übergehen, sodaß im Dialysator eine Melasse verbleibt, die ärmer und zuckerreicher ist als vorher. Man hat auf ein Verfahren zum Entsalzen der Melasse gründet, das jedoch bisjetzt ebenso wenig befriedigende Resultate ergeben hat, als die Bemühungen, den Zucker der Melasse an Kalk gebunden durch Alkohol niederzuschlagen und durch Kohlensäure wieder zu scheiden.

Es war uns nicht gestattet, in dem Vorstehenden mehr als eine flüchtige Skizze der Zuckerfabrikation zu geben, die nur die wichtigsten Momente berühren konnte. Dieselbe genügt jedoch, um zu weisen, welchen hervorragenden Antheil die Chemie an allen Vorgängen dieser bedeutenden Industrie hat und wie sehr ihre Besprechung hier am rechten Platz ist.

5. Die Brotbereitung.

Der allgemeine Sprachgebrauch und insbesondere zahlreiche sprichwörtliche Redensarten bezeichnen das Brot als das Nahrungsmittel der Menschen überhaupt, das so hervorragend diesem Zwecke dient, daß es genügt, es statt aller übrigen zu nennen. Und in der That verdient das Brot diesen Vorrang, denn es vereinigt in seiner leichten Verdaulichkeit, seiner Schmackhaftigkeit und Haltbarkeit Vorzüge, die es geeignet machen, ausschließlich das Leben des Menschen zu unterhalten, wie dies kein anderer Nahrungsstoff zu thun im Stande ist. Wesentlich verdankt dies Brot den Bestandtheilen der Getreidekörner, welche das Mehl zur Brotbereitung liefern und die der Hauptsache nach aus Stärkemehl, Eiweißstoffen und phosphorsaurem Kalk bestehen, dem Material, aus welchem der menschliche Organismus seinen Athmungsproceß und seine Bildung von Blut und Knochenmasse bestreitet. Aber nicht in jeder Form genossen leistet das Mehl diesen Dienst. Mit Wasser angerührt, bildet es einen kaum schwerverdaulichen Teig, der niemand zusagt. Der

ser Teig sofort gebacken, so liefert er keineswegs ot, sondern eine harte, dichte Masse, geschmacklos, e die Osterkuchen (Mazzen) der Juden und der hiffszwieback. Der Teig muß zu diesem Zweck in Form flacher Kuchen gebracht werden, wie deren Schottland, im nördlichen Indien, von den Ne- den Afrikas u. a. m. angefertigt und meist auf ißen Steinen gebacken werden. Diesen Kuchen ist Nahrhaftigkeit nicht abzusprechen, auch besitzen sie n Vorzug großer Haltbarkeit. Allein sie sind schwer verdauen, und ihr Mangel an Wohlgeschmack läßt m Juden den Eintritt des Passahfestes, das ihn ochenlang zum Genuß der Mazzen verurtheilt, cht als ein Freudenfest, sondern als ein Gedächtniß r Tage schwerer Bedrängniß und Entbehrung begehen.

Das gute Brot, dessen als täglicher Nahrung auch r verwöhnteste Gaumen nicht überdrüßig wird, ichnet sich aus durch seine lockere Beschaffenheit. er innere Theil, die Krumme, besteht aus einer astischen zelligen, blasigen Masse, die um so besser rathen ist, je gleichförmiger sie erscheint, ohne größere wischenräume und ohne dichte, feste Partien, soge- annten Wasserrand, und ohne eingestreute Mehl- ümpchen. Der äußere Theil des Brotes, die Kruste, t hart, glänzend, gelb bis dunkelbraun gefärbt und on dem eigenthümlichen angenehmen Röstgeschmack. im übrigen gibt es Brotsorten von erheblichem nterschied, wie insbesondere das Weißbrot, das aus Weizenmehl, und das Schwarzbrot, das aus Roggen ereitet wird, zwischen welchen das aus beiden Ge- reidearten gemischte Brot steht. Es unterscheidet sich erner das Hefenbrot durch weniger ausgesprochenen Geschmack von dem säuerlich schmeckenden, mit Sauer- eig erzeugten Brot.

Ueberall wo wir in geschichtlichen Ueberlieferungen em Brote begegnen, weist dieses auf das Vorhanden- ein eines Culturvolks hin, sei es, daß in Ruinen nd Schutt begraben Backvorrichtungen sich erhalten aben, oder daß, wie in der Heiligen Schrift, zahlreiche Anführungen des Brotes seine Bedeutung hervorheben. Solange ein Volk nicht zum Brotbacken zu bringen st, solange verbleibt es der Cultur unzugänglich. Denn nicht nur setzt der Gebrauch des Brotes den Ackerbau voraus, sondern es kann auch der langsame Gang seiner Bereitung und die Errichtung des in Mauerwerk auszuführenden Backofens nicht ohne ein seßhaftes Volk gedacht werden.

Unterwerfen wir die Hauptvorzüge des Brotes, seine Verdaulichkeit und Lockerheit, der nähern Betrachtung, so ergibt sich, daß bei seiner Bereitung die Bestand- theile des verwendeten Mehles keine wesentliche chemische Veränderung erleiden. Wird Stärke, welche den Hauptbestandtheil des Mehles ausmacht, mit Wasser gekocht, so quillt sie auf und bildet den sogenannten Kleister. Während sie vorher unlöslich war, ist sie nunmehr theilweise löslich. Daher kommt es, daß eine Mehlsuppe, zu der Mehl mit Wasser gekocht worden ist, als Speise den Vorzug verdient vor blos mit Wasser angerührtem Mehl. Bei ersterer ist durch die Einwirkung der Hitze die Stärke in den leicht löslichen Zustand übergeführt worden. Aehnlich verhält es sich beim Brotbacken. Im Innern des Brotes steigt die Hitze nicht über den Siedepunkt des Wassers und be- wirkt eine entsprechende Umwandlung der Stärke. Weiter gehend ist die Veränderung an der Außenseite des Brotes, bei der Kruste, wo durch die stärkere Hitze die Stärke theilweise in Gummi übergeführt wird, theilweise jene eigenthümlichen Röstproducte gebildet werden, die sich auszeichnen durch ihre bräunliche Färbung und den ansprechenden Geruch und Geschmack. Bekanntlich treten auch beim Braten des Fleisches ähn- liche Erscheinungen auf, die den Wohlgeschmack desselben wesentlich erhöhen, allein in beiden Fällen ist uns die chemische Natur der dabei gebildeten Stoffe wenig bekannt.

Die Lockerheit des Brotes, welche mit beiträgt zur Leichtverdaulichkeit desselben, wird herbeigeführt durch eine in der Masse des Teiges bewerkstelligte Ent- wickelung von Kohlensäure. Indem die Zähigkeit des Teiges die Entweichung der Gasblasen hindert und die Wärme dieselben ausdehnt, findet ein allgemeines Auf- blähen des Teiges statt, was eine Erhebung desselben, das sogenannte Gehen, zur Folge hat. Nachzuweisen ist nun, wie eine solche Kohlensäure-Entwickelung zu Stande kommt. Hierbei hat man sich zu erinnern der nahen chemischen Beziehungen, in welchen Stärke, Zucker, Weingeist, Kohlensäure, Essigsäure und Milchsäure zu- einander stehen, wie dies bei der Gärung (S. 30) bereits nachgewiesen wurde. Man hat sich ferner zu erinnern, wie sehr die in den Getreidekörnern enthal- tenen Eiweißstoffe geneigt sind, die Rolle eines Gä- rungerregers oder Ferments zu übernehmen.

In Hinsicht auf seine chemischen Bestandtheile weicht das Mehl von dem Getreide, aus dem es dargestellt worden ist, insofern ab, als durch das Mahlen die äußere Hülse des Fruchtkorns, die aus Zellstoff besteht, entfernt und dadurch das Mehl an diesem ärmer wird und dafür reicher an Stärke. Ein Theil der letztern ist übergegangen in Zucker und Gummi, sodaß die wichtigern Mehlsorten in Procenten die folgende Zu- sammensetzung darbieten:

	Weizenmehl	Roggenmehl	Gerstenmehl
Wasser . . .	15,5	14,6	14,0
Zellstoff . .	5,2	7,3	8,0
Eiweißstoffe und Pflanzenleim	5,4	4,4	4,9
Stärke . . .	63,6	64,2	53,1
Gummi . .	6,2	4,1	6,3
Zucker . . .	2,3	3,4	3,0

wozu noch kleine Mengen eines Fettkörpers, phosphor- saurer Kalk und Sand als Abgang vom Mühlstein kommen.

Ueberläßt man einen aus Wasser und Mehl ange- rührten Teig an einem warmen Orte sich selbst, so nimmt er einen eigenthümlichen, geistigen und sauern Geruch an und bildet den sogenannten Sauerteig. Unter dem Einfluß der als Ferment wirkenden Eiweißstoffe tritt hierbei eine Gärung des im Mehle vorhandenen Zuckers ein, wodurch Kohlensäure und Weingeist ent- stehen. Indem letzterer in Essigsäure und Milchsäure übergeht, wird der Teig sauer. Nimmt die also be- gonnene Zersetzung des Teiges ungestört ihren Fort- gang, so stellt sich Fäulniß ein. Wird jedoch der Sauerteig rechtzeitig verwendet, indem er durch Kneten sorgfältig mit frischem Teige vermischt wird, so wirkt er in letzterm als Gärungsmittel und ruft in der ganzen Masse desselben eine rasche Zersetzung von Zucker in Kohlensäure und Weingeist hervor, was das oben angeführte Gehen des Teiges zur Folge hat. Ganz in derselben Weise wirkt Hefe, wenn sie frischem Teig eingeknetet wird, und es hängt von Ge- wohnheit und Liebhaberei ab, ob man sich der einen oder andern der genannten Fermente beim Brotbacken bedient.

Wir haben demnach dreierlei Material zur Brot- bereitung, nämlich Mehl, Wasser und Gärungsmittel. Als Zusatz dienen Salz und an manchen Orten Gewürz, wie insbesondere Kümmel oder Fenchel.

Das Mehl vermag ungefähr zwei Drittel seines Gewichtes Wasser zu binden, um einen Teig von ge-

eigneter Dicke zu bilden; man rechnet ferner auf 100 Theile Mehl 4 Theile Sauerteig, oder bei Weißbrot 2 Theile Preßhefe. Das Anmachen des Teiges geschieht mit lauwarmem Wasser von 21 — 37° R.

In der Regel wird jedoch nicht jedesmal Sauerteig dem zu einem Backgang dienenden Mehle frisch zugesetzt, da es sich viel vortheilhafter erweist, einen Theil des richtig in Gärung versetzten, gegangenen Teiges zurückzubehalten und diesem frischen Teig zuzusetzen, was in Bäckereien mit raschem Betrieb bis zur Hälfte der Teigmasse geschieht. Da die Güte des Brotes hauptsächlich von einer möglichst gleichförmig in seiner ganzen Masse sich vollziehenden Gärung abhängt, so wird diese leichter bewirkt, wenn dem frischen Teig eine größere Masse bereits in Gärung begriffenen Teiges zugesetzt wird, als wenn derselbe mit nur wenig Sauerteig vermischt wird, dessen gleichmäßige Vertheilung eine sehr sorgfältige und mühsame Knetarbeit erfordert.

Hat der Teig die erforderliche Beschaffenheit erreicht, so wird er ausgewirkt, d. h. in die Form von Broten oder Laiben gebracht. Unmittelbar vor dem Einschieben in den Backofen werden dieselben mit lauem Wasser bestrichen, welches aus dem Teig etwas Gummi auflöst, wodurch die Kruste beim Backen einen schönen Glanz erhält. Da die Brote während des Backens durch Wasserverdunstung beträchtlich an ihrem Gewicht verlieren, das Gewicht des verkäuflichen Brotes aber behördlich vorgeschrieben ist, so muß bei dessen Auswirkung entsprechend mehr Teig genommen werden, und zwar um so mehr, je kleiner das Brot ist.

Die durchschnittliche Temperatur des Backofens ist 200° R.; dieselbe reicht hin, um die Stärke in den leicht löslichen Zustand überzuführen und die Kruste des Brotes zu bilden; sie dehnt ferner die im Innern der Teigmasse gebildete Kohlensäure aus. Die zähe Beschaffenheit derselben, herrührend von dem Gehalt des Mehls an Pflanzenleim, hindert jedoch das Entweichen der Gasblasen, die daher den Teig aufblähen. Die zahlreichen Poren des Brotes stellen die von der Kohlensäure aufgetriebenen Zellräume dar. Der gleichzeitig gebildete Weingeist wird durch die Hitze verflüchtigt und geht verloren. Bei der ungeheuern Menge des täglich erzeugten Brotes ist dieser Verlust an Weingeist sehr bedeutend, bei den einzelnen Backöfen jedoch zu gering, als daß dessen Gewinnung der Mühe lohnte.

In Jahren des Mangels und der Theuerung ist die Frage nach Ersatzmitteln des Mehls zur Brotbereitung entstanden. Stoffe ohne Nahrungswerth, wie Sägemehl, die zur Vermehrung der Masse zugesetzt werden, sind als Ersatzmittel nicht zu betrachten. Dagegen verträgt das Brot eine Zuthat von Erbsenmehl und Kartoffelmehl in gewisser Grenze, ohne Minderung seines Werthes. Die Vortheilhaftigkeit dieses Verfahrens wird jedoch bedingt durch den Preis dieser Zusätze, der in der Regel in gleichem Verhältniß steigt wie die Fruchtpreise, und es sich dann mehr empfiehlt, diese Nahrungsmittel für sich zu genießen.

Da während der Brotgärung stets ein Theil der Mehlbestandtheile in Kohlensäure und Weingeist übergeführt und somit für die Ernährung verloren werden, so suchte man nach Mitteln, diesen Verlust zu vermindern. Ein solches besteht darin, daß man dem Teige doppeltkohlensaures Natron und verdünnte Salzsäure beimengt; es bildet sich hierbei Kochsalz, das dem Brote verbleibt, während die frei werdende Kohlensäure den Teig lockert. Auch sucht man denselben Zweck zu erreichen, indem man dem Teige sogenanntes Backpulver zusetzt, das einerseits aus doppeltkohlensaurem Natron und andererseits aus saurem phosphorsaurem Kalk oder Weinsäure besteht. Der Zusatz des phosphorsauren Kalks soll Ersatz bieten für den Abgang dieses Bestandtheils des Getreidekorns, der hauptsächlich in der Hülse desselben enthalten ist und beim Mahlen mit der Kleie entfernt wird.

Die letztgenannten Methoden bieten den Vortheil, daß sie die Vornahme der Backarbeit jederzeit gestatten, indem nicht erst der länger dauernde Gärungsprozeß abgewartet werden muß; es kann insbesondere bei ihrer Anwendung die lästige Nachtarbeit in der Bäckerei in Wegfall kommen. Andererseits sollen die kostspielige Anschaffung des erforderlichen Materials nicht selten durch einen entsprechenden Mehrgewinn am Brotgewicht. Da ferner bei diesem Verfahren die Entwickelung der Kohlensäure eine plötzliche ist, so kann sie nicht wohl so gleichförmig durch die ganze Teigmasse vertheilt auftreten, wie dies bei Anwendung von Sauerteig mittel der Fall ist, und daher fällt das so gebackene Brot weniger locker aus. Am meisten wird die Anwendung von Backpulver empfehlen für Feldbäckereien.

Gehen wir nun über zur Ausführung der Backarbeit selbst, so überzeugt uns die Betrachtung der Backöfen, daß in der Bäckerei, ähnlich wie im Hauswesen, jahrhundertelang nicht der mindeste Fortschritt stattgefunden hat, ja es zeigt der in dem Bäckerhaus von Pompeji ausgegrabene Backofen fast die kleinste dieselbe Construction, die man noch an den Backöfen auf dem Lande findet. Ein solcher primitiver Backofen besteht aus einem meist ovalen Herde, überspannt von einem niedern Gewölbe, das im Stande ist, die Hitze gut zu reflectiren. Derselbe ist aus Backstein und Lehm aufgemauert, nach hinten etwas ansteigende Sohle des Herdes mit Ziegelsteinen belegt oder aus Lehm gestampft. An seiner vordern Seite befindet sich das sogenannte Mundloch, welches sowol zum Anlegen des Brennmaterials als auch später zum Einschießen des Brotes dient. Beim Heizen bleibt das Mundloch offen, es tritt alsdann durch seinen untern Theil die zur Verbrennung erforderliche Luft ein, während aus dem obern die Verbrennungsproducte sammt dem Rauch ausgetrieben werden durch einen oberhalb angebrachten Rauchfang entweichen.

Zum Heizen des Backofens wendet man lufttrockenes trockenes Holz an, wozu Kiefernholz sich besonders sich eignet, und daß der Ofen die gehörige Temperatur erreicht hat, erkennt der Bäcker daran, daß beim Reiben der Sohle des Herdes mit einem Bündel Holz Funken sich zeigen. Dieselbe beträgt alsdann 200 — 225° R. Das Holz ist zu Kohlen verbrannt, welche rasch aus dem Ofen gezogen und in einer vor demselben befindlichen Vertiefung durch Wasser mit Asche gelöscht werden. Man beeilt sich, die Sohle des Ofens vermittels eines nassen Wischers rasch zu reinigen, und beginnt sogleich mit dem Einschieben des zu backenden Brotes, worauf das Mundloch durch eine eiserne Thüre verschlossen wird. Zwei an den Seiten derselben befindliche kleine Oeffnungen gestatten durch Einschiebung brennender Spähne die Beleuchtung des Ofens während dieser Arbeit.

Bei der beschriebenen Einrichtung entweicht Dampf und Rauch durch das Mundloch und werden verloren. Es ist daher ein erheblicher Fortschritt, daß man das Mundloch c (Taf. 10, Fig. 6) des Backofens nur zum Heizen und Einschieben dient, während die Verbrennungsgase durch einen Kanal e e vom hinteren Theil der Sohle in das Kamin y abziehen. Durch einen Schieber u kann die Oeffnung des Abzugskanals und somit der Zug regulirt werden. Die Ver-

ohlen werden zur Ablöschung in den Raum m unter em Backofen gebracht. Die Vertiefung x vor demelben erleichtert den Stand des Arbeiters. Der über em Backofen befindliche Raum z dient als Backstube nd empfängt von diesem die abgehende Wärme, welche ie Ausbildung des Teiges begünstigt.

Beim Herausnehmen des Gebäcks kühlen Backöfen er beschriebenen Art sich ab und müssen für weitern Gebrauch wieder geheizt und gereinigt werden. Diese törenden Unterbrechungen fallen hinweg bei dem ontinuirlichen Backofen (Fig. 7 und 8) wo ohle und Gewölbe von außen durch eine Circulation er Feuerung geheizt werden. Das über den beiden euerungen n n angezündete Feuer verbreitet die heiße uft unter dem Backraum a a, dessen Sohle auf den anten von Backsteinen ruht (Fig. 8), worauf sie, urch b b über das Gewölbe hinstreichend, nach dem amin entweicht. Auch hier wird die abgehende ärme benutzt, um die über dem Backofen befindliche ackstube x zu erwärmen. Die getrennte Feuerung ieses Backofens gestattet die Anwendung von Steinohlen, welche auf der bloßen Sohle eines gewöhnlichen fens nicht gut brennen.

6. Brotfabrikation.

Das charakteristische Merkmal einer Fabrikation sind assenhafte Production, Theilung der Arbeit, Anwenung der Maschine an Stelle der Handarbeit. Hieraus erklärt sich, daß eine fabrikmäßige Erzeugung von rot nur erst in neuerer Zeit und unter besondern mständen sich vortheilhaft erweisen konnte, wie an rten mit dicht gedrängter, starker Bevölkerung und nter den günstigsten Transportverhältnissen, da der reis und die Haltbarkeit des Brotes eine längere eise nicht vertragen. Bei der Einfachheit des ganzen erfahrens ist eine Theilung der Arbeit nicht zu erwarten, ohl aber ist es gelungen, die außerordentlich anstrenende Arbeit des Knetens der Maschine zu übertragen, nd es beruht hierin ein wesentlicher Fortschritt.

Von der großen Anzahl verschiedener Knetaschinen, die construirt worden sind, beschreiben r deren zwei, die sich in vorzüglicher Weise währt haben. Die erste, welche den Teig zu dem ommißbrot einer Militärbäckerei im größten Maßstabe arbeitet, ist auf Taf. 10, Fig. 4 abgebildet. Eine kreisnde, niedrige Trommel T aus starkem Eisenblech und von a 2 Meter Durchmesser dreht sich in der Richtung des eiles um die verticale Achse A, vermittels am Rande, terhalb ihres Bodens befindlicher Zähne, in welche ein gelrad eingreift, beides in der Vertiefung v v angracht und daher auf der Zeichnung nicht sichtbar. endaselbst ruht auch die Achse von A in einem Zapfenger. An ihrem untern Ende befindet sich ein Cyder c, wodurch zwischen diesem und der Trommel ringförmiger Knetraum gebildet wird, in welchen h Bedarf das Mehl von den im obern Stockwerk indlichen Magazinen durch einen sackähnlichen lauch herabgelassen wird; durch zwei mit Hähnen ehene Zuleitungsröhren kann das erforderliche e und warme Wasser zugelassen werden. Außerdem d noch der Sauerteig zugegeben.

Die Knetarbeit wird bewirkt durch ein gabelförmiges hrwerk R von höchst einfacher Construction. Eine durch mpfkraft in Umdrehung versetzte Achse ist mit einem erstück verbunden, an dessen beiden Enden sich je ein dicht über den Boden der Trommel herabreichender m a a befindet. Die Umdrehung geschieht in einem Trommel entgegengesetzten Sinne, und indem diese ne fortwährend Kreise beschreiben, mischen und verarbeiten sie die durchpassirende Teigmasse auf das vollkommenste. Die Trommel dreht sich in einer Minute siebenmal um ihre Achse, während die Rührgabel in derselben Zeit 25 Umdrehungen macht, wodurch eine Teigmasse für 200 Brote zu 2 Kilo innerhalb 15 Minuten hergestellt wird. Dieselbe bedarf keiner weitern Behandlung, als daß davon die für je ein Brot bestimmten Portionen abgewogen und mit einigen Handgriffen in die geeignete Form gebracht werden.

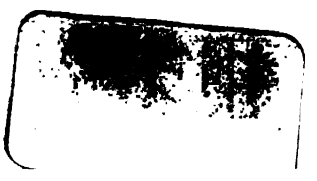
So gute Dienste diese Vorrichtung leistet für den erwähnten Zweck, so bedürfen doch die feinern Brotsorten einer sorgfältigern Verarbeitung des Teiges, wie dieselbe in der Knetmaschine Fig. 5 vor sich geht, welche kleinere Dimensionen hat, sodaß in derselben der Teig für 100 Brote zu 2 Kilo fertig gemacht werden kann. Dieselbe besteht aus einem feststehenden halbrunden Trog T von Eisenblech, durch dessen Wand die horizontale Flügelachse A geht, an welcher die eigenthümlich geschwungenen, 3 Centimeter breiten Leisten L L befestigt sind und mit derselben das Rührwerk bilden. Dieses wird durch die Uebersetzung verschiedener Zahnräder in zwölf Umdrehungen in der Minute versetzt. Die von den Rührleisten dargestellten Curven sind lediglich durch die Erfahrung gefunden. Bei dem Wege, den sie beschreiben, kann kein Theil der Teigmasse denselben entgehen. Nach 15 Minuten ist dieselbe fertig und wird entleert. Zu diesem Zwecke wird durch An- und Abziehen von Stellschrauben der Trog drehbar um die nunmehr festgestellte Flügelachse A gemacht; vermittels der Kurbel k wird ein Rad in Umdrehung versetzt, das in eine Verzahnung am Rande des Trogs eingreift und diesem die erforderliche Neigung gibt, sodaß der Teig rasch in einen untergestellten Eimer entleert werden kann.

Mit einer so raschen und massenhaften Anfertigung von Teig muß eine entsprechend fördernde Backeinrichtung Hand in Hand gehen, und als eine solche bewährt sich der Hochdruck-Wasserheizungs-Backofen von Wieghorst, den uns Fig. 9 im Längsschnitt und Fig. 10 im Querschnitt zeigt. Der Backraum a a wird geheizt durch ein oberes System eiserner Röhren r r und ein unteres r′ r′, deren je nach Größe des Backofens 10 — 30 nebeneinanderliegen. Dieselben besitzen eine Länge von 3,5 Meter, bei einem Durchmesser von 6 Centimeter und etwa 0,5 Centimeter Wandstärke. Diese Röhren bestehen aus gezogenem Schmiedeeisen, sind zur Hälfte mit Wasser gefüllt und an beiden Enden fest zugeschweißt. Sie sind vorher einer hydraulischen Probe von etwa 400 Atmosphären Druck unterworfen worden. Bei der zum Brotbacken erforderlichen Temperatur von 200 — 220° R. erhebt sich jedoch der in den Röhren entstehende Druck nicht über 800 — 100 Kilo für den Quadratcentimeter. Zu dessen Beurtheilung ist eine der Heizröhren verlängert und in Verbindung gesetzt mit einem an der Vorderwand des Backofens befindlichen Manometer. Sobald dieses einen höhern Druck anzeigt, kann durch Oeffnen der Regulatoren T′ und Schließen der Zugthüren T die Temperatur des Backofens auf die gewünschte Höhe gebracht werden. Die letztere wird überdies noch durch ein außen sichtbares Pyrometer angegeben, und man ist auf diese Weise Herr der Hitze, wie dies bei keiner andern Einrichtung möglich ist.

Das in den Heizröhren befindliche Wasser wird nicht verzehrt, da ihm ein Ausweg nicht gestattet ist; es kommt jedoch mitunter vor, daß in einzelnen Röhren höchst feine Oeffnungen sich befinden, sogenannte Sandporen, die bei dem kalten hydraulischen Druck nicht

bemerklich werden, die jedoch bei der Aenderung, welche die Structur des Eisens in der Hitze erleidet, Wasserdampf entweichen lassen. Die Anwesenheit eines solchen fehlerhaften Rohres wird alsbald daran erkannt, daß sein dem Feuer ausgesetztes Ende glühend wird, wenn sein Wassergehalt verdunstet ist. Es genügt alsdann, dieses Rohr herauszunehmen und dasselbe durch Einschiebung eines andern zu ersetzen, zu welchem Zwecke stets einige Röhren vorräthig gehalten werden. Der Betrieb leidet durch diesen, übrigens sehr selten nöthig werdenden Wechsel nicht die mindeste Störung.

Die Heizung der Röhren geschieht mit einem äußerst geringen Aufwand von Kohle, wie aus der Abbildung ersichtlich, indem nur ein Ende derselben von etwa 40 Centimeter der Wirkung des Feuers ausgesetzt wird.

Als Sohle des Backofens dient eine Platte von Eisenblech b b, welche auf sechs kleinen Rädern ruht, die auf zwei Schienen s s laufen, die sich außerhalb in gleicher Länge fortsetzen und von Stützen St getragen werden, sodaß die Backplatte leicht herausgezogen und eingeschoben werden kann. Sobald ersteres geschehen ist, wird der in Brote geformte Teig aufgelegt und mit einem Ruck eingeschoben. Das Oeffnen [illegible] Schließen der schweren Ofenthüre, die einen dichten Verschluß gewähren muß, wird erleichtert durch [illegible] Verbindung mit dem über einer Rolle beweglichen Gegengewicht G. Der Backofen wird mit 120 k. 160 Broten zu 2 Kilo beschickt, deren Baken 2—. Stunden erfordert.

Die Fabrikation des Brotes bei vereinter Anwendung der vorstehend beschriebenen Knetmaschine und [illegible] ofeneinrichtung gewährt, bei großer Reinlichkeit, [illegible] außerordentlichen Vortheil, daß zur Ausführung [illegible] Verrichtungen gewöhnliche Arbeiter verwendbar [illegible] unter Leitung eines tüchtigen Backmeisters. Es [illegible] nicht nur die Handknetarbeit hinweg, sondern auch [illegible] Einschießen der Brote, beides mühsame Verrichtungen von welchen insbesondere die letztere eine große Uebung und Körperkraft erfordert. In der Militärbäckerei zu Mainz, wo zehn Wieghorst'sche Backöfen aufgestellt sind, hat sich dieser fabrikmäßige Betrieb in den Jahren 1870 und 1871, wo zeitweise der Brotbedarf nicht nur für die Garnison, sondern auch für 25000 Kriegsgefangene zu bestreiten war, vorzüglich bewährt.